AUS DER MEDIZINISCHEN KLINIK UND POLIKLINIK
DER UNIVERSITÄT DÜSSELDORF
MEDIZINISCHE KLINIK E

DIREKTOR: PROF. DR. MED. H. ZIMMERMANN

DIE AUSWIRKUNGEN DES KÖRPERLICHEN TRAININGS AUF DIE INZIDENZ DER KORONAREN HERZKRANKHEIT UND DIE LEBENSERWARTUNG

DISSERTATION

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Zahnmedizin

Der Medizinischen Fakultät der Universität Düsseldorf

vorgelegt von

Petra Schmidt

1982

AUS DER MEDIZINISCHEN KLINIK UND POLIKLINIK
DER UNIVERSITÄT DÜSSELDORF
MEDIZINISCHE KLINIK E

DIREKTOR: PROF. DR. MED. H. ZIMMERMANN

DIE AUSWIRKUNGEN DES KÖRPERLICHEN TRAININGS AUF DIE INZIDENZ DER KORONAREN HERZKRANKHEIT UND DIE LEBENSERWARTUNG

DISSERTATION

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Zahnmedizin

Der Medizinischen Fakultät der Universität Düsseldorf

vorgelegt von

Petra Schmidt

1982

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41535714_0054

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität Düsseldorf

Der Dekan
der Medizinischen Fakultät
der Universität Düsseldorf

gez.: Prof. Dr. H. Th. Brüster

Referent
gez.: Prof. Dr. M. Berger

Korreferent
gez.: Prof. Dr. A. Herforth

GLIEDERUNG

		Seite
A. Einleitung		1
B. Epidemiologische Methoden		3
I.	Kriterien zur Beurteilung epidemiologischer Daten	4
II.	Klassifikation epidemiologischer Methoden	5
III.	Grundlagen epidemiologischer Daten und diagnostische Klassifikationsmethoden	8
C. Epidemiologische Studien über die Auswirkungen des körperlichen Trainings auf die Inzidenz der koronaren Herzkrankheit		13
I.	Retrospektive Studien	14
II.	Prävalenzstudien	24
III.	Prospektive Studien	27
IV.	Autopsiestudien	50
D. Epidemiologische Studien über die Auswirkungen des körperlichen Trainings auf die Lebenserwartung Retrospektive Athletenstudien		65
E. Zusammenfassung und Diskussion		75
F. Schlußfolgerung		86
G. Literaturverzeichnis		87

EINLEITUNG

Die Bedeutung des körperlichen Trainings für die Gesundheit, für physisches und psychisches Wohlbefinden und für die Lebenserwartung war bereits in der Antike bekannt und geschätzt. Auch in der Gegenwart hat die Thematik nicht an Aktualität verloren. Dies demonstrieren die zahlreichen, in jüngster Zeit durchgeführten Untersuchungen und aufgestellten Hypothesen, die sich mit den Auswirkungen des körperlichen Trainings auf die Lebenserwartung und auf die Inzident der koronaren Herzkrankheit befassen.

Das Interesse für die Beziehung zwischen körperlicher Aktivität und koronarer Herzkrankheit begründet sich in der wachsenden großen Bedeutung der koronarvaskulären Erkrankungen. Neben den Bemühungen in Therapie und Rehabilitation der Patienten konzentrieren sich die Überlegungen zunehmend auf die Prävention der koronaren Herzkrankheit.

Die Hypothese, körperliches Training übe einen Schutzeffekt auf die Inzidenz der koronaren Herzkrankheit aus und beeinflusse somit die Morbiditäts- und Mortalitätsrate, bildete zusammen mit Anekdoten und Einzelbeobachtungen, die den präventiven und den therapeutischen Nutzeffekt körperlicher Aktivität beschreiben, den Anlaß für zahlreiche epidemiologische Studien.

Neben den anerkannten kardiovaskulären Risikofaktoren Hypertonie, Rauchen und Hyperlipidämie, fanden körper-

liche Inaktivität als Risikofaktor einerseits und körperliches Training als möglicher Schutzfaktor andererseits weite Beachtung. Sie wurden in der Diskussion der Primär- und Sekundärprävention der koronaren Herzkrankheit einbezogen und gewannen in den letzten Jahren zunehmend an Interesse.

Ziel dieser Arbeit ist es, einen Überblick der zahlreichen epidemiologischen Studien und Untersuchungen, die sich mit der Beziehung des körperlichen Trainings zur Inzidenz der koronaren Herzkrankheit und zur Lebenserwartung befassen, zu geben. Ihre Resultate sollen dargestellt und ihre Methoden und Grundlagen analysiert werden.

Im Vergleich dieser Studien stellen sich die unterschiedlichen, zum Teil kontroversen Ergebnisse dar, die die zugrunde liegende Problematik, die Vielfältigkeit der Anschauungen und den derzeitigen Stand der Diskussion wiederspiegeln. Gleichzeitig verdeutlicht sich, daß es bis jetzt nicht gelungen ist, eine definitive Aussage über Auswirkungen des körperlichen Trainings auf die Lebenserwartung aufzustellen. Ebenso ist es bis jetzt nicht gelungen, die Hypothese, körperliches Training bewirke einen Schutzeffekt gegen die Inzidenz der koronaren Herzkrankheit, eindeutig zu beweisen. Vielmehr zeigt sich, daß die endgültige Klärung der Rolle der körperlichen Aktivität in diesem Zusammenhang weiteren prospektiv epidemiologischen Studien vorbehalten bleiben muß.

Schließlich werden physiologische Mechanismen und Faktoren erläutert, die möglicherweise zu einer Reduktion der Inzidenz der koronaren Herzkrankheit unter dem Einfluß des körperlichen Trainings führen könnten, und diskutiert.

EPIDEMIOLOGISCHE METHODEN

Die Auswirkungen des körperlichen Trainings auf die Inzidenz der koronaren Herzkrankheit und die Lebenserwartung, die möglichen Ursachen dieser Wirkungen und ihre prophylaktische Bedeutung sind im Laufe der letzten Jahre zunehmend Thema wissenschaftlicher Arbeiten und Diskussionen in der Öffentlichkeit gewesen. Die Überlegung, körperliches Training, sei es berufsbedingt oder im Freizeitsport, übe einen Schutzeffekt auf das Auftreten der durch koronare Herzkrankheit verursachten Todesfälle aus, basierte anfangs auf Beobachtungen und Berichten mit anekdotischem Charakter.

Mit Hilfe epidemiologischer Methoden sind daraufhin zahlreiche Studien unternommen worden mit dem Ziel, diese Hypothese zu prüfen und zu festigen. Neben Versuchen, einen direkten Effekt des körperlichen Trainings auf die Inzidenz der koronaren Herzkrankheit und die Lebenserwartung aufzuzeigen, sind Studien unternommen worden, die als indirekte Auswirkung des Trainings eine positive Beeinflussung der sogenannten Risikofaktoren beweisen wollten. Da Tierexperimente und klinische Studien zu diesem Thema nur schwierig durchzuführen sind und die Interpretation der Ergebnisse aufgrund der multifaktoriellen Ätiologie der koronaren Herzkrankheit mit vielen Problemen verbunden ist, haben umfassende Studien an der freilebenden Bevölkerung großen theoretischen und praktischen Wert.

Die Untersuchungsbedingungen sind bei epidemiologischen Studien nur zum Teil kontrollierbar und können auch nur bis zu einem gewissen Grad variiert werden. Im wesentlichen werden die Zusammenhänge in der Form untersucht,

in der sie verfügbar sind. Daraus ergibt sich, daß die Epidemiologie deskriptiv Aussagen über Prävalenz, Inzidenz und die Determinanten einer Krankheit innerhalb einer Bevölkerung aufstellt.

Zusammenhänge zwischen der Häufigkeit des Neuauftretens der koronaren Herzkrankheit und körperlichem Training können aufgedeckt und Hinweise auf eine mögliche kausale Beziehung gegeben werden.

Der direkte Nachweis der Kausalität im Sinne einer Ursache-Folge Beziehung zwischen körperlichem Training und der Inzidenz der koronaren Herzkrankheit ist letztlich nur auf experimentellem Weg (so z.B. durch eine kontrollierte Interventionsstudie) möglich; hier ist die Grenze üblicher epidemiologischer Methoden zu sehen.

I. Kriterien zur Beurteilung epidemiologischer Daten

Die Beurteilung epidemiologischer Untersuchungen sollte anhand festgelegter Kriterien erfolgen, um zu prüfen, ob eine Ursache-Folge Relation zwischen dem untersuchten Faktor und der Krankheit besteht.

Folgende Kriterien können nach FROELICHER (1) angewandt werden:

1. Eindeutigkeit der Beziehung.
2. Zeitliche Sequenz.
3. Reproduzierbarkeit der Ergebnisse.
4. Unabhängigkeit von anderen Faktoren.

5. Prädiktion bei anderen Bevölkerungsgruppen.

6. Übereinstimmung mit Ergebnissen tierexperimenteller und klinischer Untersuchungen

Studien, die günstige Auswirkungen des körperlichen Trainings auf die Inzidenz der koronaren Herzkrankheit beweisen wollen, sollten diesen Kriterien genügen.

II. Klassifikation epidemiologischer Methoden

In der Epidemiologie stehen nach den Ausführungen von CLARK und HOPKINS (2) drei Methoden zur Verfügung, die sich in ihrer Blickrichtung, ihrer Möglichkeit eine zeitliche Beziehung zwischen Ursache und Wirkung aufzuzeigen und in ihrer Beweisfähigkeit unterscheiden.

Entsprechend der angewandten Methode kann eine Klassifikation der Studien in

I. Retrospektive Studien.
II. Prävalenzstudien.
III. Prospektive Studien

vorgenommen werden (3, 4, 5, 6).

Die wesentlichen Kennzeichen und Unterschiede dieser Methoden werden im folgenden dargestellt.

1. Retrospektive Studien

Die retrospektive Studie ist durch ihre in die Vergangenheit gerichtete Blickrichtung gekennzeichnet. Ausgangspunkt stellen die in der Gegenwart bereits eingetretenen Auswirkungen der vermuteten Ursache dar. Anhand von Daten der Vergangenheit wird versucht, die tatsächlichen Ursachen und ihre Beziehung zu den Folgen zu ermitteln.

Personen- oder Bevölkerungsgruppen, bei denen die zu untersuchende Krankheit aufgetreten ist, werden unter besonderer Beachtung spezieller Parameter in Fall-Kontroll-Studien mit Kontrollgruppen verglichen, bei denen es nicht zu einer Entwicklung der Krankheit gekommen ist.

Im Rahmen dieser Methode ist es möglich, deskriptiv Zusammenhänge zwischen Ursache und Wirkung aufzuzeigen. Der Beweis einer eindeutigen kausalen Beziehung ist jedoch nicht möglich, da wesentliche, für den Beweis eines Kausalzusammenhanges notwendige Kriterien bei einer retrospektiven Datenerhebung nicht erfüllt werden können.

2. Prävalenzstudien

Im Rahmen dieser Studien, die auch als cross-sectional oder Querschnittstudien bezeichnet werden, wird ein statistischer Bevölkerungsquerschnitt oder eine unter besonderen Aspekten ausgewählte Personengruppe auf das Vorkommen, die Prävalenz einer

bestimmten Krankheit analysiert. Die ermittelten Daten werden nach auf der Stichprobentheorie beruhenden statistischen Berechnungsmethoden ausgewertet.

Untersuchungen dieser Methode können ebenfalls keinen Beweis eines Kausalzusammenhanges erbringen, da Ursache und Wirkung simultan untersucht und ausgewertet werden.

Ergebnisse der Querschnittstudien sind nicht anwendbar, um eine Hypothese zu verifizieren, bei der der Zeitfaktor ein wichtiges Element im Beweis der Beziehung darstellt; Aussagen über die Inzidenz können somit nicht aufgestellt werden.

3. Prospektive Studien

Die Prospektivstudie nimmt ihren Ausgang in der Gegenwart und wird als in die Zukunft gerichtete Longitudinalstudie durchgeführt.

Personen- oder Bevölkerungsgruppen werden über einen längeren Zeitraum beobachtet, in periodischen Zeitabständen nach festgelegten Kriterien untersucht und der Zusammenhang zwischen den als Ursache angesehenen Faktoren und der Inzidenz und Mortalität analysiert. Eine direkte zeitliche Beziehung zwischen Ursache und Wirkung, die Voraussetzung für den Beweis eines Kausalzusammenhanges und damit für den Beweis der Hypothese ist, kann bei der Anwendung der prospektiven Methode dargestellt werden.

Im Rahmen einer prospektiven Studie ist es weiterhin möglich, Beobachtungen gezielt zu planen und Einflußvariablen in einem gewissen Umfang zu manipulieren.

Der endgültige Beweis einer Hypothese bleibt jedoch schwierig, da Störfaktoren,wie Selbstselektion und ungewollte Korrelation der Variablen, nur schwierig zu vermeiden oder zu umgehen sind.

III. Grundlagen epidemiologischer Daten und diagnostische Klassifikationsmethoden

Als Basis epidemiologischer Daten dienen sowohl Bevölkerungsgruppen als auch unter speziellen Aspekten ausgesuchte Personengruppen, wie Berufsgruppen, Sportler, ehemalige Collegeschüler, Mitglieder von Versicherungsgesellschaften oder eines Kibbutz. Die Auswertung großer Bevölkerungsgruppen bietet die am wenigsten durch Selektion verzerrten Ergebnisse. Die Auswahl einer Personengruppe nach sozialen Auslesefaktoren ist mit der Frage der Repräsentativität dieser Gruppe und der Frage der Übertragbarkeit der anhand der Analyse gewonnenen Resultate dieser Gruppen auf die Gesamtbevölkerung verbunden. Berufswahl, Berufswechsel aus Krankheitsgründen und eine durch konstitutionelle Faktoren bedingte Selbstselektion innerhalb der jeweiligen Berufsgruppe stellen weitere, schwer kontrollierbare und die epidemiologischen Daten verzerrende Faktoren dar.

Die Beurteilung von Qualität und Quantität des körperlichen Trainings erfolgt in den einzelnen Studien unterschiedlich. Tab. 1 gibt einen Überblick der verschiedenen Methoden mittels derer eine Einordnung der Personen als körperlich aktiv oder inaktiv vorgenommen wurde.

Tab. 1. Kriterien zur Feststellung der körperlichen Aktivität:
Berufsbezeichnung
Fragebogen
Physiologische Parameter
Subjektive Einschätzung der Freizeit- und/oder der Berufsaktivität
Klinischer Belastungstest

Der Belastungstest stellt die exakteste Methode dar, den körperlichen Trainingszustand der jeweiligen Personen zu erfassen. Nur eine geringe Anzahl der Studien wendet diese Methode zur Klassifizierung der untersuchten Personen an. In den meisten der retrospektiven Untersuchungen wird die Beurteilung der körperlichen Aktivität als leicht, mittel oder schwer anhand der Berufe vorgenommen. Dieses Verfahren hat den Nachteil, daß körperliche Aktivitäten während der Freizeit unberücksichtigt bleiben. Häufig wird die Berufsbezeichnung aus Todesurkunden übernommen, ein krankheitsbedingter Berufswechsel kurz vor dem Tod von einer körperlichen aktiven, anstrengenden zu einer überwiegend sitzenden, inaktiveren Tätigkeit kann nicht erfaßt werden und somit die Auswertungen zusätzlich verzerren.

Andere Studien basieren auf Daten, die anhand an die zu untersuchenden Personen gerichteten Fragebögen erhoben wurden. Dieses Vorgehen ist ebenfalls mit Ungenauigkeiten verbunden, da die Objektivität der Angaben nicht gewährleistet und eine Reproduzierbarkeit der Ergebnisse zweifelhaft ist.

Physiologische Parameter, wie Herzfrequenz, Körpergewicht, Vitalkapazität und Handgriffstärke, die in der Framinghamstudie zur Beurteilung des körperlichen Trainingszustandes herangezogen wurden, stehen mit der eigentlich zu untersuchenden Größe jedoch nur in indirektem Zusammenhang und sind zusätzlich noch von anderen Faktoren abhängig und beeinflußbar. Einige Autoren nehmen die Beurteilung der körperlichen Aktivität anhand des ermittelten Kalorienverbrauchs der Personen vor, was ein konstantes Gewicht voraussetzt und mit zusätzlichen methodischen Schwierigkeiten verbunden ist. Die Grenzen und Schwächen dieser Methoden sind offensichtlich und müssen bei der Auswertung der Ergebnisse berücksichtigt werden.

Tab. 2 gibt einen Überblick der in den epidemiologischen Studien vorgenommenen diagnostische Klassifikationen.

Tab. 2: Diagnostische Klassifikationsmethoden
Übernahme der Diagnose aus Todesurkunden
Übernahme der Diagnose aus Krankenblättern o.ä.
Klinische Unterlagen
EKG und klinische Untersuchungen
Koronarangiographie, Autopsieuntersuchungen

Um für die Analyse der epidemiologischen Daten die Gruppe der an koronarer Herzkrankheit erkrankten Personen so frei wie möglich von Personen, die keine Symptome der koronaren Herzkrankheit aufwiesen, zu erhalten, sollten die diagnostischen Klassifikationsmethoden standardisiert und exakt definiert sein.

Die unterschiedlichen Möglichkeiten der Datenerhebung bei Retrospektiv-, Prävalenz- und Prospektstivstudien führen zu in ihrer Präzision, Eindeutigkeit und Validität unterschiedlich zu bewertenden diagnostischen Methoden, die keineswegs auf denselben, standardisierten Definitionen beruhen. Bei retrospektiven Untersuchungen besteht keine andere Möglichkeit, als die auf Todesurkunden, Krankenblättern o.ä. Unterlagen verzeichneten, früher gestellten Diagnosen zu übernehmen. Die Richtigkeit solcher Diagnosen und die ihnen zugrunde liegenden Kriterien sind dabei meist nicht nachprüfbar.

Das Elektrokardiogramm ist ein wichtiges diagnostisches Hilfsmittel, das zur Auswertung der Auswirkungen des körperlichen Trainings auf Größe, Funktion und pathologische Veränderungen des Herzens herangezogen werden kann. Besonders das Belastungs-EKG ist von Bedeutung für die Frühdiagnose der koronaren Herzkrankheit und so zugleich von prognostischem Wert. Als Grundlage der diagnostischen Klassifikation großer Bevölkerungsgruppen ist das EKG jedoch, wie auch die Koronarangiographie, für die praktische Anwendung ungeeignet; das EKG bietet vielmehr die Möglichkeit, bei einzelnen Personen den individuellen Anpassungsvorgang des Herzens auf körperliches Training zu charakterisieren.

Die Koronarangiographie, die röntgenologische Darstellung der Koronararterien durch selektive Kontrastmittelinjektion und kinematographische Aufzeichnung, liefert aufschlußreiche Angaben über das Kaliber der Koronararterien, Schweregrad und Lokalisation von Stenosen und Entwicklung und Verteilungsmuster von Kollateralen und

und Anastomosen. Diese direkte Untersuchungsmethode des koronaren Gefäßsystems erlaubt eine Beurteilung des Ausmaßes und des Fortschreitens der koronaren Herzkrankheit. Sie wird häufig in Autopsiestudien angewandt. Als diagnostische Klassifikationsmethode epidemiologischer Studien ist die Koronarangiographie, eine chirurgische Intervention, nicht geeignet, da sie weder zumutbar noch im großen Rahmen praktisch durchführbar ist. Angina pectoris, Koronarinsuffizienz, akuter Myokardinfarkt, EKG-Veränderungen und plötzlicher Herztod, die als Folgen der koronaren Herzkrankheit definiert sind, wurden von den Autoren der Studien als diagnostische Endpunkte angewandt.

Die epidemiologischen Studien sind, wie die Darstellung der Datengrundlagen und der Klassifikationsmethoden zeigt, in ihrer Durchführung und Analyse mit einer Anzahl von Problemen und Schwierigkeiten verknüpft, die bei dem Vergleich und der Beurteilung der Ergebnisse berücksichtigt werden müssen.

C. EPIDEMIOLOGISCHE STUDIEN ÜBER DIE AUSWIRKUNGEN DES KÖRPERLICHEN TRAININGS AUF DIE INZIDENZ DER KORONAREN HERZKRANKHEIT

Die Darstellung der einzelnen epidemiologischen Studien soll einen Überblick der für das Thema relevanten Untersuchungen geben und die Entwicklung darstellen, von der Hypothese körperliches Training wirke sich präventiv auf die Inzidenz der koronaren Herzkrankheit aus, über die einzelnen Versuche die Auswirkungen des körperlichen Trainings statistisch zu analysieren, bis zu den bisherigen Ergebnissen.

Die Einteilung der Studien erfolgt nach der von FROELICHER et al. (1) vorgenommenen Klassifikation in Retrospektiv-, Prävalenz- und Prospektivstudien. Weiterhin sollen die in Autopsiestudien gewonnen Resultate dargelegt werden.

I. Retrospektive Studien

Obwohl günstige Auswirkungen des körperlichen Trainings auf die Gesundheit und die Lebenserwartung und speziell ein Zusammenhang zur Inzidenz der koronaren Herzkrankheit rein empirisch bekannt waren, ist diese Thematik erst in der Mitte der 5Oiger Jahre Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchungen geworden. Ziel dieser Arbeiten war es, die theoretischen Grundlagen des beobachteten Zusammenhanges zu klären, die Beziehung zwischen körperlichem Training, Inzidenz und Mortalität statistisch zu analysieren und auf ihre Kausalität zu prüfen.

Ein Vorläufer dieser Untersuchungen ist eine bereits 1864 in England erschienene Studie, die von einer höheren Mortalitätsquote bei Personen mit sitzender Beschäftigung im Vergleich zu Personen, die beruflich körperlich aktiver waren, berichtet (2).

Eine der ersten systematischen Studien wurde 1939 von HEDLEY veröffentlicht (3). Im Vergleich zwischen Arbeitern und Angestellten in Philadelphia ergab sich eine niedrigere jährliche, durch koronare Herzkrankheit verursachte Mortalität in der Gruppe der körperlich aktiveren Arbeiter. Diese Ergebnisse fanden zu der Zeit jedoch wenig Beachtung und, bis zur Mitte der 5Oiger Jahre sind keine weiteren nennenswerten Studien veröffentlicht worden.

1953 wurde von MORRIS eine Untersuchung publiziert, die die durch koronare Herzkrankheit bedingte Mortalität der Bevölkerung von England und Wales im Zusammenhang

mit der beruflichen Tätigkeit analysiert und die ersten statistisch signifikanten Ergebnisse liefert und damit die eigentliche Diskussion über die Auswirkungen des körperlichen Trainings einleitet (4). Die Ergebnisse der Datenanalyse dienten MORRIS als Grundlage für die Formulierung seiner Hypothese, körperliche Aktivität übe einen Schutzeffekt auf die Entstehung der koronaren Herzkrankheit aus, körperliche Inaktivität dagegen stelle einen Risikofaktor dar, der die Entwicklung der koronaren Herzkrankheit begünstige (4, 5).

MORRIS führte anhand der Berufsbezeichnung eine Einteilung der Personen in Gruppen leichter, mittlerer und schwerer körperlicher Aktivität durch und fand eine weniger als halb so große Sterblichkeit an den Folgen der koronaren Herzkrankheit in der Gruppe der Arbeiter schwerer Aktivität. Eine weitere, ebenfalls 1953 von MORRIS et al. veröffentlichte Arbeit ergänzt die bereits in der obigen Studie genannten Ergebnisse (4). Das Auftreten der koronaren Herzkrankheit in Abhängigkeit vom Ausmaß des körperlichen Trainings wurde bei 3100 Beschäftigten des Londoner Transportsystems untersucht und systematisch erfaßt. Diese Studie zählt zu den bekanntesten und meist zitiertesten Arbeiten, die sich mit diesem Thema auseinandersetzen.

Die Auswertung der retrospektiv zusammengestellten Daten ergab, daß Busfahrer, deren überwiegend sitzende Tätigkeit als leichte körperliche Aktivität einzustufen ist, eine 1 1/2-fache Inzidenz der koronaren Herzkrankheit aufweisen als die mit ihnen verglichenen trainierteren

Busschaffner. Weiterhin war in der Gruppe der Busfahrer die Häufigkeit des plötzlichen Herztodes und die Anzahl der Todesfälle während der ersten zwei Monate nach einem Myokardinfarkt doppelt so groß wie bei Busfahrern (0,4 : 0,8 pro 1000 Personenjahre). Die ersten Symptome der koronaren Herzkrankheit traten bei Busfahrern bereits in jüngeren Altersgruppen auf. Das Auftreten der Angina pectoris stand ebenfalls in einer deutlichen, umgekehrten Beziehung zum Ausmaß des körperlichen Trainings. Diese Ergebnisse stützen die von MORRIS formulierte Hypothese: Männer in Berufen mit körperlichem Training weisen eine höhere Inzidenz der koronaren Herzkrankheit auf als Personen, deren Beruf nur geringes körperliches Training bewirkt.

Weiterhin kam MORRIS zu der bemerkenswerten Beobachtung, daß bei aktiveren Personen die koronare Herzkrankheit sich überwiegend in relativ günstig anzusehenden klinischen Symptomen manifestiert, z.B. als Angina pectoris, und die Anzahl der Todesfälle nach einem Myokardinfarkt oder die plötzlichen Todesfälle vergleichsweise bedeutend geringer ausfällt.

Die beschriebenen Studien stellen mit ihren vielzitierten Ergebnissen den Ausgangspunkt für weitere Arbeiten dar; sie weisen jedoch auch Mängel auf, die nicht übersehen werden dürfen. Die ausschließliche Einschätzung des körperlichen Trainings anhand der Berufsbezeichnung ohne den Versuch, eine exakte Messung dieser Größe vorzunehmen, keine Berücksichtigung des körperlichen Trainings während der Freizeit, keine Analyse konstitutioneller Faktoren oder des Problems der Selektion und ungenaue

diagnostische Kriterien stellen sich als Schwachstellen und als Ansatzpunkte der, die Gültigkeit der Ergebnisse in Frage stellenden Kritik dar. MORRIS erkannte diese Probleme und setzte sich in der "Epidemiology of Uniforms" (6) damit auseinander.

Spätere Nachforschungen ergaben, daß bei Busfahrern und Busschaffnern Differenzen in Serumcholesterinwerten, Blutdruck und Körpergewicht bestanden. Diese Unterschiede ließen sich bereits bei Berufsbewerbern nachweisen, so daß schon vor Beginn der beruflichen Tätigkeit ein unterschiedliches koronares Risiko bei beiden Berufsgruppen vorgelegen hat (7, 8).

MORRIS zog aus den Überlegungen die Folgerung, daß diese, z.T. methodisch bedingten Probleme die Interpretierbarkeit der Resultate in Frage stellen und den Beweis für die Hypothese erschweren würden. MORRIS und seine Mitarbeiter versuchten, diese Schwierigkeiten in späteren, prospektiv angelegten Studien zu umgehen.

Im Gegensatz zu den bisher dargestellten Studien fand STAMMLER et al. keinen signifikanten Unterschied in der Zahl der durch koronare Herzkrankheit verursachten Todesfälle bei verschiedenen Berufsgruppen und konnte eine positive Beziehung zwischen körperlicher Aktivität und der koronaren Herzkrankheit nicht bestätigen (9).

BRESLOW und BULL analysierten 1943 - 1951 die Todesstatistiken von Kalifornien, um anhand eigener Ergebnisse den Zusammenhang zwischen koronarer Herzkrankheit

und körperlichem Training zu prüfen und die zwischen den Ergebnissen von MORRIS und STAMMLER aufgetretenen Differenzen zu klären. Aus ihren Daten läßt sich die Tendenz zur Reduktion der durch koronare Herzkrankheit verursachten Sterblichkeit bei zunehmender körperlicher Aktivität der Personen feststellen (10). Dieses Ergebnis ergibt sich jedoch nur, wenn zur Analyse Berufsgruppen mit ähnlichen allgemeinen Sterblichkeitsziffern herangezogen werden. Das erklärt die unterschiedlichen Resultate bei MORRIS und STAMMLER, da diese Studien diese Voraussetzung nicht gleichermaßen erfüllten.

Eine weitere Studie, die eine positive Beziehung als Ergebnis herausstellt, wurde von ZUKEL et al. 1957 in North Dakota an einer 106 000 Personen umfassenden Bevölkerungsgruppe durchgeführt (11). In der Berufsgruppe der Farmer traten die Symptome der koronaren Herzkrankheit relativ selten auf, die Mortalitätsquote an den Folgen der koronaren Herzkrankheit war im Verhältnis zu Berufsgruppen mit überwiegend sitzender Tätigkeit nur halb so groß.

Die Autoren sahen diese Ergebnisse jedoch nicht ausschließlich in unterschiedlichem körperlichen Training begründet, sondern sie führten sie auch auf unterschiedliche umweltbedingte und sozioökonomische Faktoren zurück. In ihrer Schlußdiskussion legten die Autoren die Unzulänglichkeiten dieser Studie dar: "Unglücklicherweise stellten sich die auf Fragebogenangaben beruhenden Informationen über körperliches Training als sehr unzuverlässig heraus". Dennoch deuten die Resultate einen Schutzeffekt als Auswirkung des körperlichen Trainings auf die Entwicklung der koronaren Herzkrankheit und ihrer Folgen an.

1946 - 1961 studierte BRUNNER 6000 Mitglieder israelischer Kibbutzim (12, 13, 12). Koronare Herzkrankheit wurde anhand medizinischer Aufzeichnungen diagnostiziert. BRUNNER war der Ansicht, daß diese Personengruppe eine ideale Untersuchungsgruppe darstelle, da durch ihre einheitliche Lebensweise sozioökonomische Differenzen eliminiert seien. Arbeiter im Kibbutz, die mehr als 80% ihrer Arbeitszeit sitzend verbrachten, wiesen ein 2,5 - 4 mal höheres Auftreten der koronaren Herzkrankheit als "nicht-sitzende" Arbeiter auf. Eine Analyse der Gruppen auf das Vorhandensein anderer Risikofaktoren, die ebenfalls das Ergebnis beeinflußt haben könnten, wurde nicht unternommen.

Keine signifikante Differenz der Mortalitätsquoten in Abhängigkeit vom Ausmaß des körperlichen Trainings wurde in dem 1954 - 1959 von ADELSTEIN in Südafrika durchgeführten Vergleich von Arbeitern mit Angestellten der South African Railroads festgestellt (15).

1963, nachdem die Beziehung des körperlichen Trainings auf die Entwicklung der koronaren Herzkrankheit bereits in einer Vielzahl epidemiologischer Arbeiten untersucht und diskutiert worden war, publizierte KAHN eine von ihm mit dem Ziel angelegte Studie, die von MORRIS 1953 aufgestellte Hypothese erneut zu prüfen (16). Er führte einen Vergleich der Sterblichkeitsziffern und -ursachen bei Briefträgern und Schalterbeamten des Washington, D.C. Post Office durch. Im Verlauf dieser Studie zeigte sich ein relativ häufiger Wechsel der Briefträger mit berufsbedingtem hohem Training zum Beruf des Postbeamten mit überwiegend sitzender Tätigkeit.

Umgekehrt war dagegen ein Wechsel nur selten zu verzeichnen. Die methodisch nur schwer zu erfassenden und das Ergebnis verzerrenden Auswirkungen dieses Berufswechsels umging KAHN, indem er für seine Analysen Personen auswählte, die keinen Berufswechsel aufzuweisen hatten. Die Auswertung der Daten ergab in der Gruppe der Schalterbeamten eine 1,4 - 1,9 mal höhere Anzahl der auf koronare Herzkrankheit zurückzuführenden Todesfälle als in der Gruppe der Briefträger. In der Diskussion seiner Studie gab KAHN zu bedenken, daß das Ergebnis sich auch zufällig ergeben haben könnte, oder daß nicht berücksichtigte Risikofaktoren, körperliches Training während der Freizeit und Selektion die eigentlich für das Ergebnis verantwortlichen Faktoren sein könnten.

FRANK und seine Mitarbeiter führten eine der ersten Studien durch, die neben beruflichem auch außerberufliches Training berücksichtigten (17). 1961 - 1963 wurden 55 000 männliche Personen im Alter zwischen 25 und 64 Jahren, die im Health Insurance Plan of Greater New York (HIP) registriert waren, analysiert (17, 18, 19, 20, 21).

Personen, die bereits einen Myokardinfarkt erlitten hatten, wurden anhand eines Index, der körperliche Aktivitäten inner- und außerhalb des Berufes erfaßte, klassifiziert. Die Gruppe der nach diesem Index ermittelten Personen mit dem geringsten körperlichen Training wies häufig klinisch ernste Symptome der koronaren Herzkrankheit auf. Die Anzahl der Todesfälle nach einem Infarkt betrug 49%, im Vergleich zu 19% bei Personen mit höherem

körperlichem Training. Konnte unter dem Einfluß des Trainings die Entwicklung der koronaren Herzkrankheit nicht verhindert werden, so zeigt sich doch deutlich eine günstigere Verlaufsform und eine bessere Überlebenschance. Dies steht mit MORRIS Beobachtungen 1953 im Einklang. KEYS, der sich mit dieser Studie kritisch auseinandersetzte, fand heraus, daß ein Teil der zur Datenanalyse herangezogenen Personen bereits vor dem Herzinfarkt Krankheiten aufgewiesen hatte, die zu einer körperlich inaktiveren Lebensweise geführt und den Index bestimmt haben könnten. Weiterhin können diese Krankheiten den ernsteren Verlauf und die höhere Zahl der Todesfälle in der inaktiveren Personengruppe mit begründen (22).

TAYLOR et al. veröffentlichten 1962 die Ergebnisse einer umfangreichen Analyse der Motalitätsdaten der Angestellten der U.S. Railroad Industry (23). Eine Klassifikation des körperlichen Trainings ist nach dem jeweiligen Beruf der Personen durchgeführt und für jede Gruppe eine Statistik der gesamten Todesfälle und der, speziell durch die Folgen der koronaren Herzkrankheit verursachten Todesfälle aufgestellt worden. Die Resultate sind in der Tab. 3 dargestellt.

Tab. 3.

Beruf	körperliche Aktivität	Todesfälle/1000 Personen J.
Büroangestellter	leicht	5,7
Weichensteller	mittel	3,9
Streckenarbeiter	schwer	2,8

Diese Daten bestätigen die Hypothese, daß Personen mit überwiegend sitzender Beschäftigung häufiger an den Folgen der koronaren Herzkrankheit sterben, als Personen, die intensivere körperliche Tätigkeiten ausüben.

Im Zusammenhang mit Überlegungen zur Planung einer prospektiven Studie diskutierte TAYLOR 1967 die Bedeutung allgemeiner epidemiologischer Probleme, wie z.B. den Umfang der Stichproben, die Selektion und die Klassifikation des körperlichen Trainings (24). Gleichzeitig befaßte er sich erneut mit den Vor- und Nachteilen und den Ergebnissen seiner Studie und erkannte wichtige, damals nicht berücksichtigte Zusammenhänge. In der Gruppe der Streckenarbeiter fand nach Auftreten der koronaren Herzkrankheit häufiger ein Berufswechsel oder ein Ausscheiden aus dem Beruf statt, als in der Gruppe der Büroangestellten. Es ist zu überlegen, ob diese unterschiedliche Neigung zum Berufswechsel bzw. zum Ausscheiden aus dem Beruf die statistischen Differenzen eher erklären können, als irgendwelche, nicht bewiesenen Auswirkungen des körperlichen Trainings. MENOTTI und PUDDU führten an den Beschäftigten der italienischen Eisenbahnen eine vergleichbare Studie durch, deren Ergebnisse 1976 veröffentlich wurden (25).

Im Rahmen der zusammenfassenden Darstellung retrospektiver Studien sind drei weitere Untersuchungen zu erwähnen, die sozioökonomische Faktoren als Parameter des körperlichen Trainings in die Beobachtungen mit einbeziehen. Eine direkte Einschätzung der Größe der körperlichen Aktivität wurde in keiner der Studien vorgenommen. Als sozioökonomische Faktoren bezeichneten die Autoren Berufseinkommen, Schul- und Berufsausbildung und die ausgeübte Tätigkeit.

LILIENFELD, der 1943 - 1951 in Baltimore die Todesstatistiken analysierte, stellte keine Unterschiede in Morbidität oder Mortalität der koronaren Herzkrankheit fest, die zu sozioökonomischen Differenzen der untersuchten Personen in Beziehung zu setzen gewesen wären (26).

PELL und D'ALZONO befaßten sich mit 30 000 Beschäftigten der DuPont Chemical Company. Wie die Ergebnisse ihrer Arbeit zeigten, wiesen die Beschäftigten der höchsten Einkommensklasse die niedrigste, die der mittleren Einkommensklasse die höchste Inzidenz der koronaren Herzkrankheit auf (27).

HINKLE et al. untersuchten 1964 - 1965 270 000 Angestellte der Bell Telephone Company. Sie stellten bei männlichen Personen mit Kollege-Ausbildung eine besonders niedrige Inzidenz der koronaren Herzkrankheit und geringe Morbidität und Mortalität fest und vermuteten, daß dies irgendwie auf sozioökonomische Differenzen der Angestellten zurückzuführen sei (28, 29).

Wie die unterschiedlichen Ergebnisse der drei Studien zeigen, scheinen sozioökonomische Faktoren als Parameter der körperlichen Aktivität nicht geeignet zu sein, eine eindeutige Beziehung zwischen körperlichen Aktivität und koronarer Herzkrankheit aufzuzeigen. Zahlreiche Korrelationen der sozioökonomischen Faktoren zu anderen Faktoren verzerren die Beziehung.

II. Prävalenzstudien

Die Ergebnisse der Prävalenzstudien, die sich mit dem Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität, der Häufigkeit des Auftretens der koronaren Herzkrankheit und den, durch ihre Folgen verursachten Todesfällen befassen, sollen am Beispiel von vier Querschnittstudien dargestellt werden. Das Hauptunterscheidungsmerkmal der Prävalenzstudien zu den retrospektiven Studien liegt darin, daß die den Statistiken und Analysen zugrundeliegenden epidemiologischen Daten in der Gegenwart erhoben wurden, nicht in der Vergangenheit. Daraus resultiert der Vorteil, daß die Endpunkte der Krankheit und die diagnostischen Methoden standardisiert und exakt definiert waren und somit die Daten unter vergleichbaren Voraussetzungen erhoben werden konnten.

Sowohl STAMMLER, der 1958 die Prävalenz der koronaren Herzkrankheit bei den Angestellten der Peoples Gas Co. in Chicago untersuchte sowie auch TAYLOR, der von 1957 - 1959 Daten der Beschäftigten der U.S. Railroads analysierte, ermittelten eine geringere Prävalenz der koronaren Herzkrankheit bei Personengruppen mit hohem körperlichem Training. Dies unterstützt die bereits in retrospektiven Studien ermittelten Zusammenhänge. Gleichzeitig weisen beide Autoren auf die Einflüsse einer Vielzahl weiterer Faktoren, wie z.B. Berufswechsel hin, die die Daten und aufgezeigten Beziehungen verwirren könnten (30, 31).

Die an der Bevölkerung von Evans County, Georgia, durchgeführte Studie war zunächst als reine Prävalenzstudie angelegt. Sie umfaßte sowohl Angehörige der

weißen als auch der schwarzen Rasse (32).Aus den Resultaten schlossen die Autoren 1965, daß körperliche Aktivität als bestimmende Determinante der Prävalenz der koronaren Herzkrankheit anzusehen sei. Vermehrte Aktivität war mit einem selteneren Auftreten der koronaren Herzkrankheit verbunden. Die Ergebnisse einer nachfolgenden siebenjährigen Inzidenzstudie in Evans County, die 1971 veröffentlicht wurden, standen in einem interessanten Widerspruch zu den Ergebnissen der Prävalenzuntersuchung. Die höchste Inzidenz der koronaren Herzkrankheit wurde bei Handwerkern und Büroarbeitern beobachtet (184/1000); in der Gruppe der höheren Angestellten und Akademiker war die Inzidenzquote dagegen deutlich geringer (94/1000) (33). Diese Untersuchung wird in der Darstellung der prospektiven Studien näher erläutert (vgl. S. 31 f).

1976 wurden die Ergebnisse einer an den Mitgliedern der "Fellowship of Cycling Old-Timers" (FCOT) durchgeführten Querschnittsstudie veröffentlicht (34). Die Mitglieder dieses Vereins, der für Fahrradfahrer ab einem Alter von 50 Jahren gegründet worden war, absolvierten im Durchschnitt per Fahrrad 5 000 - 10 000 Meilen pro Jahr. Eine Reduktion der Prävalenz des Myokardinfarkts und der ischämischen Herzkrankheit konnte in der gesamten Gruppe der Fahrradfahrer verzeichnet werden. Eindrucksvoll und beachtlich stellte sich eine Verringerung der Prävalenz um das 10-fache in der Gruppe der über 75-jährigen dar. In diesem Zusammenhang ist zu berücksichtigen, daß Personen, die aufgrund ihrer ererbten Konstitution und wenigen, als Risikofaktoren zu bezeichnenden Werten, auch häufiger körperliche Aktivitäten

erfordernde Tätigkeit auswählen, und so eine vermutete Beziehung zwischen koronarer Herzkrankheit und körperlichem Training überbetont sein kann.

Erlauben die Ergebnisse der Prävalenzstudien auch keine Aussagen über die Kausalität und den zeitlichen Zusammenhang der Faktoren, so deuten sie doch einen Zusammenhang zwischen körperlicher Fitness und einer Abnahme der koronaren Herzkrankheit an.

III. Prospektive Studien

Da die Versuche der retrospektiven Studien, die Auswirkungen des körperlichen Trainings zu analysieren und eine kausale Beziehung zwischen körperlichem Training, der Inzidenz und der Prävalenz der koronaren Herzkrankheit zu beweisen, durch methodische Probleme begrenzt sind, kam es im Laufe der Jahre zunehmend zu einer prospektiven Untersuchungsplanung. Besonders die Möglichkeit, Aussagen über die Inzidenz der koronaren Herzkrankheit aufstellen zu können, führte bei vielen Autoren, so z.B. bei MORRIS, TAYLOR, CASSEL u.a. zu einer Abkehr von der retrospektiven Studienmethode. Die Möglichkeit, die angenommenen Ursachen als Ausgangspunkt der prospektiven Longitudinalstudie zu nehmen, ist mit dem Vorteil verbunden, viele im Rahmen retrospektiver Untersuchungen aufgetretener Probleme direkt zu umgehen und so vermeiden zu können.

Im Zeitraum von 1949 - 1965 führten CHAPMANN, STAMMLER, PAUL und TAYLOR et al. mehrjährige prospektive Studien an unterschiedlichen Berufs- und Bevölkerungsgruppen durch (35 - 40). In periodischen Zeitabständen fanden Kontrolluntersuchungen und persönliche Interviews mit den Teilnehmern der Studien statt. Als Grundlage zur Einschätzung der körperlichen Aktivität diente die Berufsbezeichnung; sie wurde bei PAUL durch Fragebogenangaben und bei TAYLOR durch Trainings- und Diätanalysen ergänzt. Medizinische Aufzeichnungen wurden als Grundlage für die Diagnose der koronaren Herzkrankheit verwendet.

Als Ergebnis konnte keine dieser Studien einen Zusammenhang zwischen unterschiedlicher körperlicher Aktivität und Differenzen in der Inzidenz der koronaren Herzkrankheit aufzeigen. STAMMLER benutzte das Ergebnis seiner Untersuchung, um seine Ansicht, Personen mit ähnlichen medizinischen Befunden würden unter Berücksichtigung ihrer individuellen Risikofaktoren ähnliche Inzidenz- und Mortalitätsquoten aufweisen, ungeachtet ihrer unterschiedlichen körperlichen Aktivität, zu bekräftigen. Bei der Beurteilung der Studien muß jedoch beachtet werden, daß innerhalb der Berufsgruppen kein signifikant hoher Gradient der Aktivitäten zu verzeichnen war und daß deshalb die Möglichkeit, eine Assoziation zwischen körperlichem Training, Inzidenz und Mortalität darzustellen, begrenzt ist.

Eine weitere Studie, die keine Differenzen in der Inzidenz der koronaren Herzkrankheit beim Vergleich körperlich aktiver und inaktiver Personen feststellt, ist eine von KEYS et al. durchgeführte multinationale Studie, die Seven Countries Coronary Artery Disease Study (41, 42). Diese Studie erfaßt über 12 000 männliche Personen in einem Alter von 40 - 59 Jahren zu Beginn der Untersuchung, aus den Ländern Japan, USA, Finnland, Italien, Jugoslawien, den Niederlanden und Griechenland. Die Intention dieser Studie ist, die Relation von Alter, Blutdruck, Serumcholesterin, Rauchen und Körpergewicht zur körperlichen Aktivität zu bestimmen. Die Analyse der Ergebnisse der ersten fünf Jahre ergab keine Bestätigung einer positiven Beziehung zwischen körperlichem Training und der koronaren Herzkrankheit. Im Vergleich zu anderen sog. Risikofaktoren, wie Hypertonie oder

Hypercholesterinämie ordneten die Autoren körperliche Inaktivität als weniger bedeutungsvollen Risikofaktor ein. Da die Studie noch fortgesetzt wird, werden die folgenden Berichte interessante weitere Ergebnisse liefern können.

Im Gegensatz zu den Ergebnissen der bisher dargestellten Studien, die keine Differenzen in der Inzidenz der koronaren Herzkrankheit bei unterschiedlichem körperlichen Training aufzeigten, stehen die Resultate der Datenanalyse der Western Collaborative Group Study, die 1961 von ROSENMANN begonnen wurde (43, 44). 1965 betrug die jährliche Inzidenz der koronaren Herzkrankheit 10/1000 bei männlichen Personen, die kein regelmäßiges körperliches Training ausführten und 7,4/1000 bei männlichen Personen mit regelmäßigem Training. Diese Differenz ist auf Unterschiede in der Häufigkeit des Auftretens des Myokardinfarkts zurückzuführen. Die Zahlen des tödlichen Infarkts verdeutlichen dieses Ergebnis: 2/1000 bei männlichen Personen ohne Training und 0,5/1000 bei Personen mit Training. Angina pectoris und Re-Infarkte waren in beiden Gruppen gleich häufig aufgetreten. Ebenso entsprachen sich Alter und Risikofaktoren in beiden miteinander verglichenen Gruppen mit der Ausnahme der gering niedrigeren Triglycerid- und Cholesterinwerte in der körperlich aktiveren Gruppe. In der Altersgruppe der zu Beginn der Studie 50 - 59-jährigen war die Inzidenz der koronaren Herzkrankheit bei trainierten männlichen Personen um ein Drittel geringer als in der inaktiveren Vergleichsgruppe.

Zwei voneinander abweichende Ergebnisse werden in den beiden Zwischenberichten der Goteborg Studie veröffentlicht

(45, 46, 47). Diese 1963 von WERKO et al. begonnene Studie umfaßt ein Drittel aller 1913 in der schwedischen Stadt Goteborg geborenen männlichen Einwohner. Sie mußten alle die Voraussetzung, keine Symptome der koronaren Herzkrankheit aufzuweisen, erfüllen. Nach Ablauf der ersten vier Jahre wurde eine, dem Umfang ihres körperlichen Trainings entsprechende Klassifikation der Teilnehmer retrospektiv mit Hilfe von Fragebögen vorgenommen. Im Vergleich der Personen, die in diesem Zeitraum einen Myokardinfarkt erlitten hatten mit gesundgebliebenen Kontrollpersonen, stellte sich heraus, daß die symptomfreien Kontrollpersonen eine höhere körperliche Aktivität aufzuweisen hatten. Ein zweiter, nach 10 Jahren veröffentlichter Bericht stellt veränderte Ergebnisse vor; es konnte zwischen der Kontrollgruppe und der Personengruppe, die Symptome der koronaren Herzkrankheit aufwies, kein Unterschied im Ausmaß der körperlichen Aktivität festgestellt werden. Wurde die Freizeitaktivität mitberücksichtigt, so zeigte sich wieder die Tendenz zur höheren Inzidenz der koronaren Herzkrankheit bei der inaktiveren Bevölkerungsgruppe.

Eine weitere Analyse der Goteborgstudie führten WILHELMSEN et al. durch (48). Dieselbe Personengruppe, die bereits WERKO in seinen Untersuchungen ausgewertet hatte, wurde weiteren umfangreichen Analysen unterzogen. Diese Studien umfaßten auch körperliche Belastungstests. WILHELMSEN deckte folgende interessante Zusammenhänge auf: Personen, die in ihrem Beruf körperliche Aktivitäten aufwiesen, waren häufiger Raucher, wogegen Personen, die während ihrer Freizeit aktiv

waren, häufiger Nichtraucher waren. Ein hoher Prozentsatz derer, die das Rauchen aufgegeben hatten, war in die Gruppe der aktiveren Personen einzuordnen. Körperliche Inaktivität während der Freizeit wurde von den Autoren als schwacher Risikofaktor bewertet, körperliche Inaktivität während des Berufes dagegen als größerer Risikofaktor. WILHELMSEN et al. kommen zu der Schlußfolgerung, daß der positive Wert des körperlichen Trainings vor allem in der Möglichkeit einer günstigen Beeinflussung anderer Risikofaktoren zu sehen ist.

Drei weitere, groß angelegte Projekte, die Evans County Studie, die Framingham Studie und die Puerto Rico Heart Studie, die das Verhältnis sog. Risikofaktoren zur koronaren Herzkrankheit ausführlich analysieren, untersuchten als Teilaspekt in ihren Studien auch die Auswirkungen des körperlichen Trainings auf die Inzidenz der koronaren Herzkrankheit (49 - 54). Alle drei Studien ermittelten eine positive Beziehung; die Mortalität, die auf kardiovaskuläre Ursachen zurückzuführen war, stand in einer umgekehrten Relation zum Ausmaß des körperlichen Trainings.

Teilergebnisse der Evans County Study sind bereits im Rahmen der Prävalenzstudie erwähnt worden. CASSEL und Mitarbeiter veröffentlichten sieben Jahre nach der durchgeführten Querschnittsstudie Ergebnisse ihrer weiteren,prospektiven Nachforschungen. Interessanterweise stellt sich körperliche Aktivität in den verschiedenen Gruppen der nicht-landwirtschaftlichen Berufe nicht mehr als Schutzfaktor gegen die Entwicklung der koronaren Herzkrankheit in dieser Studie dar (49).

Die bereits in der früheren Untersuchung ermittelte, niedrigere Prävalenz der koronaren Herzkrankheit in der Gruppe der Farmer wird, im Vergleich mit Beschäftigten in nicht-landwirtschaftlichen Berufen, wieder bestätigt. CASSEL et al. versuchten, dieses Ergebnis durch die Überlegung zu erklären, daß körperliches Training erst ab einem gewissen Mindestmaß einen Schutzeffekt gegen die koronare Herzkrankheit bewirke; dieses Mindestmaß erreichte in dieser Studie nur die Gruppe der Farmer.

Die Framingham-Studie, eine der bedeutendsten Studien, die sich mit der koronaren Herzkrankheit befassen, untersuchte neben zahlreichen anderen Faktoren auch die Auswirkungen der als Risikofaktor angesehenen körperlichen Inaktivität. Die Studie begann 1949 und umfaßte ca. 5000 männliche und weibliche Personen, die zu dem Zeitpunkt ein Alter von 30 - 62 Jahren hatten und frei von Symptomen der koronaren Herzkrankheit waren. In 2-jährigem Rhythmus wurden Kontrolluntersuchungen durchgeführt. Die Einschätzung des körperlichen Trainings erfolgte anhand von Berichten, die die Teilnehmer über ihren normalen 24 Std.-Tagesablauf mit allen Tätigkeiten aufgestellt hatten und eines Aktivitätsindex, der den anhand von fünf Klassifikationen ermittelten körperlichen Trainingszustand ausdrückte. Eine Reihe physiologischer Größen, wie Herzfrequenz, Vitalkapazität, Handgriffsstärke und relatives Gewicht, die als Parameter der körperlichen Aktivität angesehen wurden, sind bei jedem Teilnehmen analysiert worden. Die Ergebnisse der Studie zeigen eine umgekehrte Beziehung zwischem dem Ausmaß des körperlichen Trainings und der durch koronare Herzkrankheit

verursachten Mortalität: Inzidenz und Mortalitätsquoten waren bei Personen mit inaktivem Lebensstil höher. Im Vergleich zu anderen Risikofaktoren ist der Effekt der körperlichen Inaktivität als Risikofaktor geringer; dennoch sind die Resultate statistisch signifikant, auch bei Berücksichtigung anderer Faktoren. Die gegen die Studie gerichtete Kritik bezieht sich vor allem auf die subjektiven, den epidemiologischen Daten als Basis dienenden Angaben über Qualität und Quantität des körperlichen Trainings und die einigen Kritikern willkürlich erscheinende Auswahl der physiologischen Parameter.

KANNEL, einer der Initiatoren der Studie, schreibt 1979 in einem Kommentar, daß aufgrund der wahrscheinlich beträchtlichen Zahl der Ungenauigkeiten und der Mißklassifikationen der Personen die Auswirkungen der Beziehung von körperlicher Aktivität auf die Morbidität und Mortalität der koronaren Herzkrankheit wahrscheinlich unterschätzt worden seien (53).

Die dritte der oben erwähnten Studien, die Puerto Rico Heart Studie, umfaßt über 8000 männliche Personen städtischer und ländlicher Herkunft. Die nach 2 1/2-jähriger Beobachtung ermittelte Inzidenz wurde auf eine Beziehung zu den jeweiligen Serumcholesterol- und Triglyceridwerten, zum relativen Gewicht und der körperlichen Aktivität untersucht. Niedrige Werte der mittels eines speziellen Index zusammengefaßten körperlichen Aktivität zeigten sich mit einem Anstieg des Risikos der koronaren Herzkrankheit verbunden. Besonders deutlich wurde dies

in der Gruppe männlicher Personen mit städtischer Herkunft, die den geringsten körperlichen Aktivitätsindex aufwiesen. In ihrem Kommentar zu den Ergebnissen kamen COSTAS et al., die Autoren dieser Studie, zu der Ansicht, daß ihr Aktivitätsindex zu unreif gewesen sei, um ihn für eine exakte Einschätzung des körperlichen Trainigs anwenden zu können (54).

Auch die Ergebnisse der von HAMMOND und GARFINKEL durchgeführten American Cancer Society Studie unterstützen die Behauptung, körperliches Training stehe in einer positiven Beziehung zur Inzidenz der koronaren Herzkrankheit (55).

MORRIS, der sich im Rahmen der oben dargestellten Studien bereits mit den methodisch bedingten Problemen und den, mit den Ergebnissen in Korrelation stehenden Faktoren auseinandergesetzt hatte, unternahm eine Reihe weiterer prospektiver Studien, die zu einer Erhärtung seiner anfänglichen, retrospektiv ermittelten Resultate führen sollten. Eine 1966 veröffentlichte Arbeit befaßt sich mit der Inzidenz und Prädiktion der koronaren Herzkrankheit bei Londoner Busfahrern und Busschaffnern (56).

Die nach 5-jähriger Beobachtungszeit von MORRIS et al. ermittelten Daten zeigen Differenzen in der Inzidenz der koronaren Herzkrankheit im Vergleich beider Berufsgruppen. (4,7/100 Busschaffner, 8,5/100 Pers. bei Busfahrern). Um die Einflüsse anderer, sog. Risikofaktoren bestimmen und ihre Wirkung bei der Beurteilung der Beziehung der koronaren Herzkrankheit berücksichtigen zu können, zog MORRIS in seiner Studie die zusätzliche Untersuchung von

Blutlipid- und Blutdruckwerten, Rauchgewohnheiten, Alter, Körpergewicht, Körpergröße und familiäre Disposition zur koronaren Herzkrankheit mit ein. Die Analyse dieser Faktoren zeigte, daß die Inzidenz der koronaren Herzkrankheit höher ist bei Personen mit familiärer Disposition, bei Rauchern, Busfahrern, bei Personen mit Übergewicht, Hypertonie oder Hypercholesterinämie und bei Personen mit geringer Körpergröße. Eine beobachtete Kopplung der Faktoren - körperlich inaktive Busfahrer wiesen häufig auch gleichzeitig Hypertonie und Hypercholesterinämie auf - resultiert in einer Überbetonung der untersuchten Beziehung zwischen koronarer Herzkrankheit und körperlicher Aktivität und muß berücksichtigt werden. Neben den obengenannten Ergebnissen unterstreicht MORRIS in der Diskussion zu dieser Arbeit die Vorteile der angewandten prospektiven Methode; so kann der prädikative Wert eines Faktors auf die Entwicklung der koronaren Herzkrankheit nur prospektiv ermittelt werden.

Im Gegensatz zu früheren Studien, die als Kriterium des körperlichen Trainings ausschließlich die berufliche Tätigkeit zugrunde legten, begannen MORRIS et al. 1968 - 1970 an den Angestellten des British Civil Service eine prospektive Studie, die die Auswirkungen körperlichen Trainings während der Freizeit in den Mittelpunkt ihrer Analyse stellte. Erste Untersuchungsergebnisse wurden 1973 veröffentlicht. Es folgten weitere Analysen, so z.B. 1976 von EPSTEIN und MORRIS über den Zusammenhang zwischen intensivem Freizeittraining und EKG-Veränderungen und 1980 von MORRIS et al., der die Darstellung der Ergebnisse nach 8 1/2-jähriger Studiendauer veröffentlichte (57, 58, 59). Zwei Hypothesen stellte MORRIS

diesen Untersuchungen als Grundgedanken voran. Diese zwei Hypothesen unterschieden sich hinsichtlich ihrer Auffassung über den physiologischen Effekt des körperlichen Trainings.

Die erste klassische Hypothese besagt, daß der gesamte Energieverbrauch in umgekehrter Relation zur Inzidenz der koronaren Herzkrankheit stehe, d.h. je größer die körperliche Aktivität einer Person und damit ihr Energieverbrauch ist, um so geringer ist ihr Risiko, koronare Herzkrankheit zu entwickeln. Die zweite dazu alternativ entwickelte Hypothese sieht nicht die gesamte Aktivität als ursächlich für die beobachtete günstige Beziehung zur koronaren Herzkrankheit an, sondern befaßt sich mit der Intensität der Aktivität als ausschlaggebendem Faktor. Das bedeutet, daß nur körperliches Training, das einen bestimmten Schwellenwert erreicht, oder diesen als Mindestmaß gesehenen Wert überschreitet, die Inzidenz der koronaren Herzkrankheit verringert.

Auf der Grundlage dieser Überlegungen konzipierte MORRIS seine Studie. Anhand eines Fragebogens wurden persönliche Daten, Lebensgewohnheiten und das Ausmaß der Freizeitaktivität ermittelt. Nach zwei Jahren wurde eine Kontrolluntersuchung durchgeführt, die erste Daten über die Zahl der Personen mit koronarer Herzkrankheit ergab. Die Aktivitäten dieser Personen und die der mit ihnen verglichenen Kontrollpersonen wurden analysiert. Diejenigen Personen, deren Energieverbrauch während des Freizeitsports Spitzenwerte von 7,5 kcal/min erreichte, wurden als aktiv klassifiziert; dies traf für 11% der

an koronarer Herzkrankheit erkrankten und für 26% der Kontrollpersonen zu. Der von MORRIS gewählte Schwellenwert des Energieverbrauchs von 7,5 kcal/min entspricht dem Energieverbrauch bei schwerer Industriearbeit. MORRIS betont, daß körperliche Leistungen mit diesem Energieverbrauch in der Lage seien, einen Trainingseffekt auf das kardiovaskuläre System zu erzeugen und zu erhalten und dadurch schützend zu wirken.

Bei den, nach dieser Klassifikation als aktiv bezeichneten Personen, betrug das Risiko der Entstehung der koronaren Herzkrankheit nur ein Drittel des Risikos, das Personen aufwiesen, die kein intensives körperliches Training während der Freizeit ausgeübt hatten. Leichtes Training, mit einem unter dem angegebenen Schwellenwert liegenden Energieverbrauch wies keinen vergleichbaren günstigen Effekt auf. Aufgrund dieser Ergebnisse formulierte MORRIS seine 1953 aufgestellte Hypothese folgendermaßen neu: Ständiges, intensives Training während der Freizeit reduziere die Inzidenz der koronaren Herzkrankheit bei männlichen Personen mit überwiegend sitzender beruflicher Tätigkeit (57). Das durch intensive körperliche Aktivität erzielte Training des kardiovaskulären Systems sei ein Schutzmechanismus gegen ungünstige Einflüsse anderer Risikofaktoren und die Entstehung der koronaren Herzkrankheit.

Ein 1980 erschienener Bericht gibt einen Überblick über die sich nach 8 1/2 Jahren Beobachtung ergebenden Resultate (59). Personen, die 1968 - 1970 im Rahmen der Erstuntersuchung körperliche Aktivitäten während der Freizeit angegeben hatten, haben in den folgenden 8 1/2 Jahren eine Inzidenz der koronaren Herzkrankheit aufgewiesen,

die ungefähr 40% der Inzidenz betrug, die bei Personen ohne körperliche Aktivität zu verzeichnen war. Sowohl die Häufigkeit der tödlichen Myokardinfarkte als auch die Anzahl nicht-tödlicher klinischer Folgen der koronaren Herzkrankheit war verringert. Auch unter Berücksichtigung anderer Risikofaktoren ergaben sich diese Resultate. MORRIS schließt aus der Allgemeingültigkeit der dargestellten Ergebnisse, daß körperliches Training eine natürliche Möglichkeit zur Verteidigung des Körpers gegen die koronare Herzkrankheit und ihre Folgen darstelle.

Die Frage nach den Auswirkungen des körperlichen Trainings auf die Inzidenz der koronaren Herzkrankheit ist Thema umfangreich angelegter, prospektiver Untersuchungen gewesen, die PAFFENBARGER und Mitarbeiter an zwei Studiengruppen, den San Francisco Longshoremen und den Harvard Alumni durchführten (60 - 65).

Die Analyse der seit 1951 epidemiologisch ermittelten Daten der San Francisco Longshoremen bilden die Basis zahlreicher wissenschaftlicher Arbeiten, die PAFFENBARGER et al. veröffentlichten. Die Untersuchungen umfaßten einen Beobachtungszeitraum von 22 Jahren und eine Personengruppe von 3686 Hafenarbeitern; dies entspricht ungefähr 59 500 Personenjahren. 1951 sind alle an der Studie teilnehmenden Hafenarbeiter einer umfangreichen Anfangsuntersuchung unterzogen worden, die auch die Beurteilung des Blutdrucks, der Rauchergewohnheiten und der familiären Disposition als wichtige, mit der koronaren Herzkrankheit in einem Zusammenhang stehende Faktoren einschloß. 1961 wurden diese Faktoren noch

durch die Messung des Serumcholesterols erweitert. Als Maßstab zur Beurteilung der körperlichen Aktivität diente der während eines Arbeitstages aufgewendete Energieverbrauch der Hafenarbeiter. PAFFENBARGER nahm anhand der ermittelten Werte eine Einteilung der Hafenarbeiter in zwei Gruppen vor, die bezüglich ihres Energieverbrauchs eine Differenz von ungefähr 1000kcal/Tag aufwiesen. Um eine Übereinstimmung zwischen tatsächlichem Energieverbrauch im Beruf und der Einordnung der Person in die entsprechende Aktivitätskategorie zu gewährleisten, wurden jährliche Korrekturen bei der Einordnung der Personen vorgenommen, bei denen ein Berufswechsel aufgetreten war. Todesfälle, die durch die Folgen der koronaren Herzkrankheit verursacht waren, wurden der Kategorie zugeordnet, der der Verstorbene sechs Monate vor seinem Tod angehört hatte. PAFFENBARGER gelang es auf diese Weise, das in den bisherigen Studien nicht kontrollierte und die Ergebnisse verzerrende Problem des selektiven Berufswechsels vor dem Tod zu umgehen. Die Analyse der während der 22 Studienjahre ermittelten Daten und Beobachtungen ergab, daß ein höherer Energieverbrauch im Beruf das Risiko eines tödlichen Infarkts und besonders das Risiko des plötzlichen Herztodes deutlich reduziert. PAFFENBARGER verglich die Verteilung der als Risikofaktoren angesehenen Parameter in beiden Gruppen der Hafenarbeiter und stellte keine besonderen Unterschiede fest. Wie die Untersuchungen zeigten, führten drei dieser Parameter bei den Hafenarbeitern zu einer deutlichen Erhöhung des Risikos, einen tödlichen koronaren Infarkt zu erfahren. Diese drei Risikofaktoren sind geringer körperlicher Energieverbrauch, Rauchen und erhöhter systolischer Blutdruck. Jeder dieser Faktoren verdoppelt das Risiko.

Die besondere Bedeutung dieser Studie liegt darin, daß PAFFENBARGER nicht nur eine Beziehung der körperlichen Aktivität zur Häufigkeit der durch koronare Herzkrankheit verursachten Todesfälle aufzeigt und die Auswirkungen der als Risikofaktoren bezeichneten Parameter auf die Inzidenz der koronaren Herzkrankheit ermittelt hat, sondern in dem Versuch, den hypothetischen Effekt einer Elimination der Risikofaktoren auf die Inzidenz der koronaren Herzkrankheit zu ermitteln und dadurch die Möglichkeit einer Prädiktion der Inzidenz der KHK^{+} zu eröffnen. Die folgende Tabelle zeigt hypothetisch die mögliche prozentuale Reduktion der Todesfälle durch koronare Herzkrankheit durch Elimination einzelner Risikofaktoren oder Kombination dieser Faktoren.

Tab. 4: Hypothetischer Effekt der Risikofaktorelimination

Elimination von:	Reduktion der KHK^{+}(%)
Körperliche Inaktivität	50
Rauchen	30
Erhöhter systolischer Blutdruck	30
Kombination von 2 Faktoren	65
Kombination der 3 Faktoren	88

Bei der theoretischen Elimination aller drei ungünstigen Risikofaktoren hätten die San Francisco Longshoremen eine 88%ige Reduktion in der Quote der durch koronare Herz-

+ koronare Herzkrankheit

krankheit verusachten Todesfälle gehabt. Diese Ergebnisse führten PAFFENBARGER zu der Schlußfolgerung, daß körperliche Aktivität einen Schutzeffekt auf die Inzidenz der koronaren Herzkrankheit ausübt. Diese Auswirkung der körperlichen Aktivität darf nicht als Ergebnis einer Selektion angesehen werden. Obwohl der zugrundliegende Schutzmechanismus noch unbekannt ist, vermutet PAFFENBARGER, daß als Ursache für diesen Schutzeffekt nicht allein ein erhöhter Gesamtenergieverbrauch, sondern die einzelnen momentanen Spitzenanforderungen "bursts" verantwortlich seien.

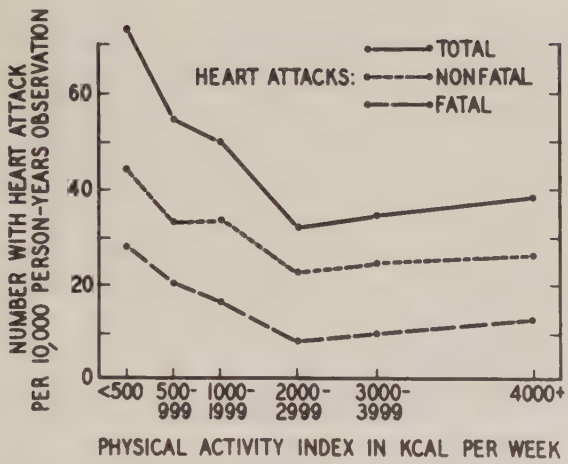
Zahlreiche Studien, wie auch PAFFENBARGERS Untersuchungen der San Francisco Longshoremen, haben eine inverse Relation zwischen der Inzidenz der koronaren Herzkrankheit und körperlichem Training dargestellt. Sie führen zu der Frage, ob dieses Resultat einem, durch regelmäßiges, intensives Training hervorgerufenen Schutzeffekt zuzuschreiben sei oder ob diese Beziehung die a priori vorhandenen unterschiedlichen konstitutionellen Eigenschaften der Personen widerspiegelt, abgesehen von weiteren Charakteristika, die das Risiko der Inzidenz der koronaren Herzkrankheit beeinflussen.

PAFFENBARGER et al. untersuchten diese Frage in der longitudinalen Verlaufsstudie der Harvard Alumni (65). Diese 1978 veröffentlichte Studie umfaßt 36 500 ehemalige Harvard Studenten, die ihr Studium zwischen 1916 und 1950 begonnen hatten. Aufzeichnungen und Daten aus Kollege-Archiven lieferten authentische Angaben

über die sportlichen Leistungen während der Studentenzeit. Morbiditäts- und Mortalitätsdaten und weitere, mit Hilfe von Fragebögen ermittelten Informationen erlaubten einen weiten Überblick über persönliche Daten, Lebensgewohnheiten, sozioökonomische Faktoren und die Qualität und Quantität des körperlichen Trainings während der späteren Jahre und im Beruf.

Die Untersuchungen beinhalten Beobachtungen von insgesamt 117 680 Personenjahren. Die auf diese Weise erhobenen Daten sollen in der Analyse der Anzahl der tödlichen und nicht-tödlichen Herzinfarkte gegenübergestellt werden. Die weitreichenden Nachforschungen und Beobachtungen erlauben, Parallelen in den Daten zwischen Studenten und Alumni aufzuzeigen, mit zunehmendem Alter auftretende Änderungen der Lebensgewohnheiten festzustellen und so die Bedeutung von Qualität und Quantität des körperlichen Trainings zu der Entwicklung der koronaren Herzkrankheit in Beziehung zu setzen. PAFFENBARGER und Mitarbeiter konzipierten einen Aktivitätsindex, der den Energieverbrauch, der sich aus körperlichen Leistungen wie Treppensteigen, Gehen, leichtem und intensivem sportlichem Training zusammensetzte, erfaßte und als Kalorienverbrauch pro Woche formulierte. Dieser Index erlaubte eine Kodifizierung der Daten mit einem Minimum an Restriktionen. Alumni, die einen Index von weniger als 2000 kcal/Woche aufwiesen - dies traf für 60% der beobachteten Personenjahre zu - wiesen ein um 64% höheres Herzinfarktrisiko auf, als die mit ihnen verglichenen Alumni, die einen höheren Aktivitätsindex hatten. Abb. 1 stellt diese Beziehung graphisch dar.

Abb. 1:



Altersstandardisierte Anzahl der Herzanfälle im Verhältnis zum körperlichen Aktivitätsindex in einer 6 - 10-jährigen Beobachtungszeit bei Harvard Alumni.

Quelle: R.S. PAFFENBARGER et al.: 1978
Am J Epidemiol 108: 161 - 175.

Dieses Ergebnis bestätigt die Theorie, daß das Risiko der Inzidenz der koronaren Herzkrankheit in umgekehrter Relation zur körperlichen Aktivität stehe.

Um die Allgemeingültigkeit dieser Beziehung unabhängig von Einflüssen anderer, sog. Risikofaktoren zu prüfen, zog PAFFENBARGER in die Untersuchungen Charakteristika wie Rauchgewohnheiten, Blutdruck, Körpergewicht, familiäre Disposition, Körpergröße und sportliches Training während der Studentenzeit mit ein. Drei dieser Faktoren wurden in dieser Studie als deutliche Risikofaktoren identifiziert: Zigarettenrauchen, Hypertonie und ein niedriger Aktivitätsindex. In Gegenwart eines dieser

Faktoren erhöhte sich das Risiko der koronaren Herzkrankheit um 50%, zwei dieser Charakteristika waren mit einem verdreifachten Risiko verbunden. Ebenso wie in der Studie der San Francisco Longshoremen versuchte PAFFENBARGER hypothetisch den möglichen Schutzeffekt zu ermitteln, der sich bei der Elimination aller oder eines dieser Faktoren ergäbe, d.h. die geschätzte prozentuale Reduktion der koronaren Herzkrankheit, die zu erwarten gewesen wäre, wenn alle Alumni während der 10-jährigen Studiendauer einen Aktivitätsindex von 2000 kcal/Woche, kein Zigarettenrauchen und einen normalen Blutdruck aufgewiesen hätten. Dieser hypothetische Effekt ist in Tab. 5 zusammengefaßt.

Tab. 5: Hypothetischer Effekt der Risikofaktorelimination

Elimination von:	Reduktion der KHK+ (%)
Körperliche Inaktivität	26 ± 6
Zigarettenrauchen	25 ± 4
Hypertonie	16 ± 2
Kombination von 2 Faktoren	31 ± 6
Kombination der 3 Faktoren	48 ± 7

Wie sich bei der Analyse der Daten deutlich herausstellt, steht körperliche Aktivität oder - anders formuliert - die Elimination des Faktors körperliche Inaktivität mit einem relativ geringeren Risiko koronarer Herzkrankheit in Verbindung, unabhängig von den Einflüssen anderer

+ koronare Herzkrankheit

Risikofaktoren. Höchstleistungen, wie z.B. die Anforderungen bei intensivem sportlichen Training erhöhen den möglichen Schutzeffekt eines hohen Gesamtenergieverbrauchs zusätzlich. Eine niedrige Inzidenz der koronaren Herzkrankheit im höheren Alter in Verbindung mit einem hohen körperlichen Aktivitätsindex, tritt sowohl bei Personen auf, die während ihrer Studentenzeit intensiv Sport getrieben haben, als auch bei Personen, die in dieser Zeit sportlich inaktiv waren, später jedoch körperlich aktiv waren. Kardiovaskuläre Fitness im jüngeren Alter allein schützt nicht vor der Entwicklung der koronaren Herzkrankheit. Wird behauptet, daß Universitätssportler eine selektive kardiovaskuläre Fitness aufweisen, so ist diese Selektion alleine nicht ausreichend, ein geringeres Auftreten der koronaren Herzkrankheit in dieser Gruppe zu erklären. Ehemalige Universitätssportler zeigen ein geringeres Risiko nur dann, wenn sie auch als Alumni einen hohen Aktivitätsindex aufweisen.

Diese Ergebnisse zeigen, daß Studentensport per se in keiner Beziehung zum Risiko der koronaren Herzkrankheit steht und daß, unabhängig von früher kardiovaskulärer Fitness, Selektion und sportliche Aktivitäten in der Jugend, nur kontinuierliche körperliche Aktivität im Erwachsenenalter mit einem geringeren relativen Risiko der koronaren Herzkranheit verbunden ist. Die inverse Relation des körperlichen Trainings zum Herzinfarktrisiko findet in den Analysen dieser Studie in allen Altersgruppen und unabhängig vom jeweiligen individuellen Risikoprofil eine beharrliche Bestätigung.

Während erbliche Disposition und früh erworbene kardiovaskuläre Fitness die spontan aktiveren von den inaktiveren Personen unterscheidet, wäre es eine Übervereinfachung anzunehmen, daß angeborene oder frühe Selektion alle Differenzen, die in der Inzidenz der koronaren Herzkrankheit in dieser Bevölkerungsgruppe zu verzeichnen gewesen waren, zu erklären vermag. Zusammengefaßt stützen und festigen die Beobachtungen und Ergebnisse dieser Studie die bereits in zahlreichen der oben dargestellten Arbeiten geprüfte Hypothese, körperliches Training schütze vor koronarer Herzkrankheit. Der angewandte Index ist ein hilfreiches Schema, das eine zusammenfassende Beurteilung des Gesamteffekts der unterschiedlichen Arten der körperlichen Aktivität und ihrer Qualität und Quantität erlaubt.

Bei der Gegenüberstellung der Studie der San Francisco Longshoremen und der Studie der Harvard Alumni zeigen sich zwischen beiden Studien deutliche Differenzen, sei es im methodischen Aufbau, in der Studienpopulation oder in der Tatsache, daß die Gruppe der San Francisco Longshoremen durchschnittlich ein drei- bis vierfaches des Energieverbrauchs pro Tag der Harvard Alumni aufweist. PAFFENBARGER, der keinen Vergleich zwischen beiden Studien beabsichtigt, betont jedoch, daß trotz dieser Kontraste in Ausbildung, Beruf, Freizeitaktivitäten und Lebensgewohnheiten sich bei beiden Studiengruppen eine Assoziation zwischen reduziertem Infarktrisiko und erhöhtem Energieverbrauch darstellt. Die körperlich aktiveren Personen weisen in ihrer Gruppe ein vergleichbar geringeres Risiko auf, koronare Herzkrankheit zu entwickeln.

PAFFENBARGER ist der Ansicht, daß es aufgrund der Tatsache, daß trotz der Differenzen beider Studien die

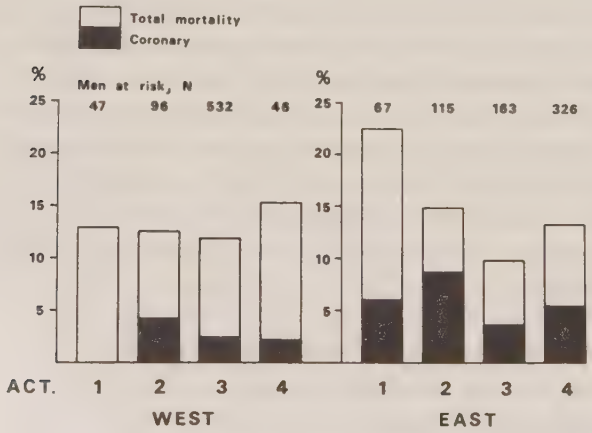
Ergebnisse zu vergleichbaren Aussagen führen, es zu vertreten ist, die Ergebnisse zu generalisieren oder auf das Individuum zu übertragen: das Risiko des Herzinfarktes ist erhöht, wenn körperliche Aktivität unter ein bestimmtes Maß reduziert ist; es ist dagegen verringert, wenn adäquater Sport ausgeübt wird (65).

PUNSAR und KARVONEN veröffentlichten 1976 die Ergebnisse einer epidemiologischen Studie, die körperliche Aktivität und koronare Herzkrankheit an der Bevölkerung Ost- und Westfinnlands untersuchte (66). Die Daten nach 10-jähriger Studiendauer zeigen deutliche Differenzen in der durch koronare Herzkrankheit verursachten Mortalität beider Regionen, jedoch keine Beziehung zwischen der Inzidenz der koronaren Herzkrankheit und körperlicher Aktivität; sie stehen somit im Gegensatz zu den Studien, die epidemiologisch eine niedrigere Inzidenz und Mortalität der koronaren Herzkrankheit bei Personen, die intensive körperliche Aktivität aufweisen, dargestellt haben. Im Rahmen der Untersuchungen wurde die männliche Bevölkerung ihrer körperlichen Aktivität entsprechend in vier Kategorien unterteilt, wobei die Holzfäller mit 4 500 - 8000 kcal/Tag den höchsten Energieverbrauch aufwiesen und als aktivste Gruppe kategorisiert wurde.

Signifikante Differenzen zeigten sich zwischen der Bevölkerung Ost- und Westfinnlands. Die Bevölkerung Ostfinnlands wies eine mehr als doppelt so hohe durch koronare Herzkrankheit verusachte Mortalitätsziffer auf. Die Gruppe mit dem leichtesten körperlichen Training, die auch kranke Personen einschloß, ergab

die höchste Anzahl der Todesfälle durch koronare Herzkrankheit, was die Autoren zum großen Teil auf Selbstselektion zurückführen. Von besonderem Interesse sind die Ergebnisse der Gruppen mit schwerer und mit schwerster körperlicher Aktivität. In der Gruppe der Holzfäller, die zu Beginn der Studie frei von Symptomen der koronaren Herzkrankheit war und ein extrem hohes körperliches Training aufwies, zeigte sich ein größeres Risiko als bei Personen, die weniger aktive Tätigkeiten im Beruf ausübten. Insgesamt konnte keine direkte Beziehung der durch koronare Herzkrankheit verursachten Mortalität zu Qualität oder Quantität des körperlichen Trainings festgestellt werden (Abb. 2).

Abb. 2:



10-Jahres-Mortalität bei Männern in Relation zur körperlichen Aktivität; zu Beginn der Untersuchung lag keine koronare Herzkrankheit vor.

Quelle: PUNSAR/KARVONEN Adv. Cardiol. 176
18: 196 - 207

Die Autoren konnten die Ergebnisse, die in Diskrepanz zu den Aussagen anderer großer Bevölkerungsstudien stehen, insbesondere zu den Studien von MORRIS und PAFFENBARGER, weder auf Selektion durch Berufswechsel, noch auf besondere Differenzen im Riskoprofil der Holzfäller zurückführen. Die Autoren versuchten, mit Hilfe folgender Überlegungen die Ergebnisse zu erklären. Wenn extremes körperliches Training während der Arbeit einen günstigen Schutzeffekt gegen die Entwicklung der koronaren Herzkrankheit bewirke,dann sollte der Beweis dieses Effektes in der Gruppe der Holzfäller, als Personen mit extremer körperlicher Aktivität, am ehesten offensichtlich werden. Da dies nicht der Fall ist, besteht die Möglichkeit, daß irgendwelche unbekannten Faktoren die Entwicklung der koronaren Herzkrankheit bei den Holzfällern begünstigt und so den Beweis erschwert haben. Wie die gegenwärtigen Resultate zeigen, konnte körperliches Training diesen Einflüssen nicht schützend entgegenwirken. Eine andere Erklärungsmöglichkeit ist die, daß intensive körperliche Aktivität, die eine bestimmte Schwelle überschreitet, sich ungünstig, wenn nicht schädlich auswirkt und somit keine Reduktion des Risikos der koronaren Herzkrankheit bewirkt.

IV. Autopsiestudien

Die Überlegungen und Theorien über die Auswirkungen des körperlichen Trainings auf die Inzidenz der koronaren Herzkrankheit basieren bei einer Reihe von Autoren auf den Ergebnissen pathologischer postmortem Untersuchungen. Ziel dieser Studien ist es, anhand des Vergleichs der Autopsieergebnisse körperlich aktive und inaktive Personen auf Differenzen im Vorkommen der Koronarsklerose, im Kaliber der Koronararterien und im Ausmaß arteriosklerotischer Läsionen und Verengungen zu untersuchen. Auf diese Weise soll die Theorie, körperliches Training bewirke einen Schutzeffekt gegen Inzidenz der koronaren Herzkrankheit überprüft und gegebenenfalls erhärtet werden.

Die Selektion der untersuchten Fälle, die Retrospektivität der Datenerhebung, die Schwierigkeiten, den individuellen körperlichen Trainingszustand a posteriori zuverlässig zu erfassen und uneinheitliche Techniken, den Grad der Arteriosklerose zu definieren, stellen methodische Probleme dieser Art von pathologisch-anatomischen Studien dar. Sie begrenzen den Wert der Untersuchungen und müssen bei der Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt werden. Tab. 6 gibt eine Überblick der im Rahmen dieser Arbeit dargestellten Autopsieuntersuchungen.

Tab. 6:

AUTOPSIESTUDIEN

Publikation der Studie	Autor	Untersuchte Fälle	Todesursache
1958	MORRIS u. CRAWFORD	3800	"nicht-koronare" Ursachen
1960	SPAIN u. BRADESS	207	Unfall, Mord, Suizid
1967	ROSE et al.	188	"nicht-koronare" Ursachen, koronare Herzkrankheit
1970	MITRANI et al.	172	traumatische Ursachen
1976	RISSANEN	172	Unfall, Mord, Suizid
1976	RISSANEN	109	koronare Herzkrankheit
1976	RISSANEN	112	Sekundenherztod
1961	CURRENS u. WHITE	1	Rektumkarzinom
1976	GREEN et al.	1	Myokardinfarkt
1971	JOKL	100	Sekundenherztod
1975	FRICK et al.	1	-
1976	CANTWELL	3	Sekundenherztod
1975	OPIE	21	koronare Herzkrankheit
1975	OPIE	3	koronare Herzkrankheit
1977	NOAKES et al.	6	koronare Herzkrankheit
1979	NOAKES et al.	4	koronare Herzkrankheit
1978	VUORI et. al.	2606	koronare Herzkrankheit, "nicht-koronare" Ursachen
1978	THOMPSON et al.	18	koronare Herzkrankheit, "nicht-koronare" Ursachen

MORRIS und CRAWFORD sammelten und analysierten 1954 - 1956 die Auswertungen von insgesamt 3800 Autopsieuntersuchungen, die von britischen Pathologen an Personen, die im Alter zwischen 45 und 70 Jahren aus "nicht-koronaren" Ursachen gestorben waren, durchgeführt worden waren (67). Anhand der in den Todesurkunden angegebenen Berufsbezeichnungen versuchten die Autoren eine Einschätzung von Qualität und Quantität früherer körperlicher Aktivitäten und nahmen eine entsprechende Klassifikation der Personen in drei Kategorien vor. Als Resultat zeigte sich, daß ischämische myokardiale Fibrose und kompletter koronarer Verschluß zwar häufiger in der Gruppe der relativ inaktiven Personen zu verzeichnen war, daß jedoch insgesamt gesehen in allen drei Gruppen das Auftreten koronarer Atheromata und Lumenverengungen der Koronararterien vergleichbar häufig festgestellt werden konnte.

SPAIN und BRADESS, die ebenfalls die in den zahlreichen epidemiologischen Studien aufgezeigte günstige Relation zwischen körperlicher Aktivität und koronarer Herzkrankheit anhand pathologischer Daten aus Autopsien prüfen und dokumentieren wollten, publizierten 1960 die Resultate ihrer post-mortem Studie (68). 207 Autopsieuntersuchungen sind an "normalen" männlichen Personen, die im Alter zwischen 30 und 60 Jahren plötzlich durch Unfall, Mord oder Suizid gestorben waren, durchgeführt worden. Ausgeschlossen von der Studie wurden Todesfälle, bei denen koronare Herzkrankheit oder Krankheiten, die eine Entwicklung der koronaren Herzkrankheit begünstigen, diagnostiziert worden waren. Die Autoren untersuchten

alle Hauptäste der Koronararterien im Querschnitt in Intervallen von 3 cm. Die Reduktion des Lumendurchmessers durch arteriosklerotische Polster ist bestimmt und als Basiskriterium für die Beurteilung des jeweiligen Grades der Atherosklerose herangezogen worden.

Als Resultat ergaben sich keine signifikanten Differenzen hinsichtlich des Ausmaßes koronarsklerotischer Veränderungen beim Vergleich von Personen mit sitzender Berufstätigkeit und Personen, die aufgrund ihres früheren Berufes als körperlich aktiv klassifiziert waren. SPAIN und BRADESS kamen zu der Aussage, daß die in vielen epidemiologischen Studien beschriebene Tendenz, Personen mit überwiegend sitzender Tätigkeit seien gefährdeter, koronare Herzkrankheit zu entwickeln und als eine ihrer Folgen einen Myokardinfarkt zu erfahren, nicht durch signifikante Differenzen im Grad der Koronarsklerose erklärt werden könne.

Ebenfalls keine statistisch signifikanten Differenzen bezüglich des Vorkommens arteriosklerotischer Veränderungen beim Vergleich körperlich aktiver und inaktiver Personen ergaben sich bei den von ROSE et al. und 170 von MITRANI und Mitarbeitern veröffentlichten Studien (69, 70).

ROSE et al. nahmen an der Radcliff Infirmary in Oxford Untersuchungen und Messungen an Radiogrammen kontrastinjizierter Koronararterien vor (69). 79 Fälle mit diagnostiziertem Herzinfarkt standen im Vergleich 109 Fällen gegenüber, die postmortal keine Anzeichen einer koronaren Herzkrankheit aufwiesen. Die rechte Koronararterie zeigte durchschnittlich im Querschnitt ein

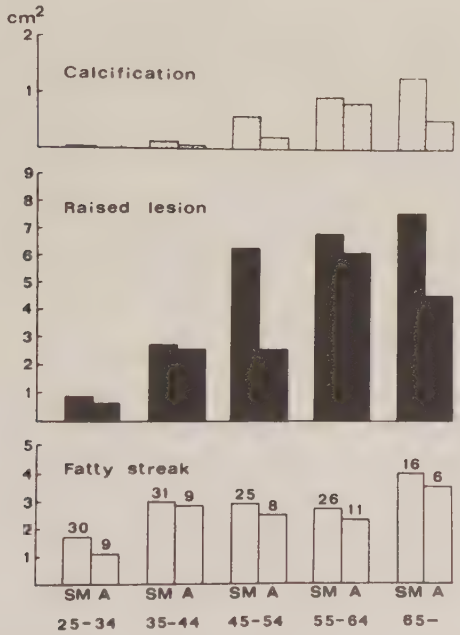
größeres Lumen in der Gruppe der von koronarer Herzkrankheit freien Personen. Eine statistisch signifikante Beziehung zwischen koronarer Arteriosklerose und körperlicher Aktivität ergab sich jedoch nicht.

MITRANI und Mitarbeiter, eine Gruppe israelischer Pathologen, berichten in ihrer 1970 publizierten Arbeit über die Ergebnisse spezieller kardiovaskulärer Autopsieuntersuchungen, die sie an 172 Personen, die durch traumatische Ursachen gestorben waren, durchgeführt hatten (70). Wie sich aus Berufsbezeichnung und der Analyse persönlicher Dokumente ergab, konnten 79 Personen als körperlich aktiv klassifiziert werden, die restlichen 93 Personen waren durch einen körperlich inaktiven Lebensstil charakterisiert. Im Rahmen der Untersuchungsmethode wurden externer und interner Durchmesser der Koronararterien in Abständen von 1 cm gemessen und prozentual die Verengung der Gefäße bestimmt. Insgesamt zeigten sich im Vergleich der Werte aktiver und inaktiver Personen statistisch keine signifikanten Differenzen weder im Lumen der Koronararterien, noch im Ausmaß arteriosklerotischer Veränderungen.

In seiner 1976 veröffentlichten Studie analysierte RISSANEN die Assoziation zwischen berufsmäßiger körperlicher Aktivität und koronarer Herzkrankheit am Beispiel von 172 männlichen Personen in Finnland, die einen gewaltsamen Tod, wie Mord, Unfall oder Suizid erlitten hatten (71). Mit Hilfe der point-counting Technik (72, 73) wurden das Ausmaß

arteriosklerotischer Beete, von Fetteinlagerungen und Kalzifizierungen und von atheromatösen Ulzerationen bestimmt. Abb. 3 stellt die nach Altersgruppen unterteilten Ergebnisse graphisch dar.

Abb. 3:



Mittelwerte des Ausmaßes von Kalkablagerungen (calcifications), arteriosklerotischen Läsionen (raised lesions) und fettigen Streifen (fatty streaks) bei "sitzenden" und "mäßig aktiven" Männern (SM) und "körperlich aktiven" Männern(A). Untersuchungsreihe: traumatische Todesfälle.

Quelle: RISSANEN, V.: Occupational Physical Activity and Coronary Artery Disease.
Adv. Cardiol. 18: 113 - 121,1976.

Insgesamt zeigt sich die Tendenz, daß das Ausmaß der koronaren Fettablagerungen und der atheromatösen Läsionen am geringsten in der Gruppe der "aktiven" Personen vorzufinden ist. Dieses Ergebnis deutet an, daß ein stetiges körperliches Training die Entwicklung und Progredienz der koronaren Arteriosklerose zu verzögern scheint.

In einer von RISSANEN durchgeführten Studie an 109 durch koronare Herzkrankheit verursachten Todesfälle stellten sich im Vergleich der Personen, die einen körperlich aktiven, mäßig aktiven oder aber sitzenden Beruf ausgeübt hatten, bezüglich des Umfangs pathologische Veränderungen der Herzkranzgefäße keine Unterschiede dar (71). Wie sich in einer dritten Vergleichsstudie am Beispiel von 112 plötzlichen Todesfällen zeigte, war der plötzliche Herztod bedeutend häufiger in der Gruppe der "sitzenden" Personen als in der Gruppe der beruflich körperlich aktiven Personen aufgetreten (71). In den Schlußfolgerungen, die RISSANEN aus diesen Untersuchungsreihen zieht, betont er, daß bei der Beurteilung und Diskussion der Ergebnisse die zahlreichen methodischen Probleme, wie z.B. die selektive Komposition der untersuchten Fälle oder die retrospektive Natur der Studien zu berücksichtigen sind. RISSANEN ist dennoch der Ansicht, daß die Ergebnisse die Aussage erlauben, daß eine deutlich größere Tendenz zur Entstehung ernster arteriosklerotischer Veränderungen der Koronararterien bei körperlich inaktiven und mäßig aktiven Personen besteht als bei aktiven Personen. Eine Berücksichtigung individueller Unterschiede in Risikoprofil, konstitutionellen Faktoren und Lebensgewohnheiten der einzelnen

Personen ist in dieser Studie, wie auch in der überwiegenden Zahl anderer dargestellter Autopsiestudien nicht vorgenommen worden.

Insgesamt liefern die ermittelten Resultate kein eindeutiges Ergebnis. Den Autoren der dargestellten Autopsiestudien ist es nicht gelungen, statistisch signifikante Differenzen im Grad der Arteriosklerose im Vergleich von anhand ihres früheren Berufs als körperlich aktiv oder inaktiv klassifizierten Personen nachzuweisen. Die Hypothese, körperliches Training stehe in Beziehung zum Lumen der Koronararterien und beuge die Entwicklung und Progredienz arteriosklerotischer Veränderungen, wie Kalzifizierungen, Lumeneinengungen oder Ulzerationen vor, konnte nur bedingt bestätigt werden.

Neben den oben dargestellten Studien, die die Auswirkungen eines berufsbedingten körperlichen Trainings untersuchten, und die Klassifikation der Personen lediglich anhand der Berufsbezeichnung ohne Berücksichtigung eines freizeitsportlichen Trainings vornahmen, existiert eine Reihe von Autopsiestudien, die die Auswirkungen des körperlichen Trainings auf die Inzidenz der koronaren Herzkrankheit bei Sportlern untersuchen.

Die Hypothese, intensives körperliches Training verleihe, wie BASSLER es formuliert, "Immunität gegen die koronare Herzkrankheit und ihre Folgen" müßte sich im Rahmen von Sportlerautopsiestudien besonders deutlich demonstrieren lassen (84, 86, 88).

Die Resultate der Autopsieuntersuchungen bei Sportlern, insbesondere bei Marathonläufern, die ein extrem hohes Maß an körperlichem Training aufweisen, sind jedoch kontrovers.

Die Analyse der durch Unfälle oder aber durch die Folgen einer koronaren Herzkrankheit verursachten Todesfälle bei Sportlern und die Ergebnisse der pathologischen Untersuchungen zeigen eindeutig, daß arteriosklerotische Veränderungen, Lumenverengungen, Kalzifizierungen und Ulzerationen auch bei Personen mit intensivem körperlichen Training nachgewiesen werden können. Die Studien zeigen, daß eine generelle Immunität gegen Arteriosklerose in der Absolutheit, in der BASSLER sie fordert, nicht anzunehmen ist. Vielmehr ist es trotz oder wegen des intensiven körperlichen Trainings zu Todesfällen gekommen, die auf koronare Herzkrankheit als Ursache zurückzuführen sind.

Eine interessante Autopsiestudie, die die positiven Auswirkungen eines intensiven körperlichen Trainings auf den Zustand des koronaren Gefäßsystems beschreibt und den postulierten Schutzeffekt erhärtet, ist die von CURRENZ und WHITE 1961 am Fall des Marathonläufers Clarence DeMar durchgeführte pathologische Untersuchung (74).

Clarence DeMar, ein bemerkenswerter Sportler, der an über 1000 Langstreckenläufen, davon mehr als 100 Marathonläufen mit Erfolg teilgenommen hatte, ist im Alter von 70 Jahren an den Folgen eines Rektumkarzinoms

gestorben. Bei der Autopsie zeigte sich, daß die Koronararterien das zwei- bis dreifache des Durchmessers der Koronargefäße eines "normalen" Mannes seines Alters aufwiesen. Geringe arteriosklerotische Veränderungen, die nachgewiesen werden konnten, beeinträchtigten den Durchfluß nicht und führten zu keinen nennenswerten Verengungen. Die Möglichkeit der erblichen Disposition, die ebenfalls als Ursache des überdurchschnittlichen Koronararteriendurchmessers in Erwägung gezogen werden muß, ließ sich bei der familiären Anamnese nicht bestätigen. Ob die extremen körperlichen Ausdauerleistungen durch das Vorhandensein des überdurchschnittlich großen Kalibers der von pathologischen Erscheinungen weitgehend freien Koronararterien als konstitutioneller Faktor zu erklären sind, oder ob diese Hypertrophie und "Immunität" gegen arterisklerotische Veränderungen durch das extreme körperliche Training provoziert wurde, blieb ungeklärt.

GREEN berichtet den Fall eines trainierten Marathonläufers, der einen tödlichen Myokardinfarkt während des Boston Marathonlaufs erlitt (75). Signifikante kardiovaskuläre Risikofaktoren waren nicht vorhanden. Wie die post-mortem Untersuchung ergab, waren die Koronargefäße "normal", d.h. frei von arteriosklerotischen Veränderungen.

Normale Koronararterien ohne Symptome einer koronaren Herzkrankheit wurden auch bei Koronarangiographien bei anderen trainierten Sportlern mit ventrikulärer Tachykardie oder Myokardperfusionsstörungen beobachtet, wie

es in Berichten von JOKL, FRICK und CANTWELL beschrieben wird (76, 77, 78).

Wenn auch das Nichtvorhandensein arteriosklerotischer Erscheinungen die Hypothese, körperliches Training schütze vor der Inzidenz der koronaren Herzkrankheit, zu unterstützen und zu erhärten scheint, so ist damit eine kausale Relation zwischen körperlichem Training und der Inzidenz der koronaren Herzkrankheit nicht bewiesen.

Im Gegensatz zu diesen Ergebnissen stehen die Resultate der von NOAKES, OPIE, BECK u.a. unternommenen Untersuchungen. NOAKES, OPIE und BECK, die ebenfalls anhand zahlreicher Fallstudien die Beziehung zwischen intensivem körperlichen Training und der Entwicklung der koronaren Herzkrankheit geprüft und die bei Sportlern aufgetretenen Todesfälle mit der Ursache koronarer Herzkrankheit im Rahmen von Autopsien analysiert haben, kommen zu dem Ergebnis, daß intensives körperliches Training wie Marathonlaufen, keinen generellen Schutz gegen die Inzidenz der Koronarsklerose garantiere (79 - 83). Gleichzeitig betonen NOAKES und OPIE jedoch, daß ihre Untersuchungen keine Informationen über die relative Häufigkeit des Auftretens der koronaren Herzkrankheit in der Gruppe der Sportler ermittelt haben. Ihre Ergebnisse erlauben somit keine Aussage bezüglich der Prävalenz oder der Inzidenz der koronaren Herzkrankheit bei Sportlern im allgemeinen und im Vergleich mit körperlich inaktiven Personen.

OPIE, der 1975 21 plötzliche Todesfälle bei Sportlern, die im Zusammenhang mit intensivem körperlichen Training

aufgetreten waren, analysierte, kam zu dem Ergebnis, daß bei 18 dieser Fälle koronare Herzkrankheit als Ursache anzusehen ist (79, 80).

1977 beschrieben NOAKES, OPIE und BECK sechs Todesfälle durch Myokardinfarkt bei hochtrainierten Marathonläufern. Angiographisch konnten bei vier dieser Athleten beträchtliche koronarsklerotische Veränderungen dargestellt werden. Der Myokardinfarkt hatte sich bei diesen Sportlern trotz eines kontinuierlichen körperlichen Intensivtrainings entwickelt (82).

Diese Tatsache steht im Kontrast zu BASSLERS Behauptung, daß "Immunität gegen koronare Herzkrankheit synonym mit körperlicher Fitness ist" (84, 85, 86). Sie stimmt dagegen mit den Aussagen von VUORI und Mitarb. und von JOKL überein, daß ein hohes Maß an körperlichem Training keine Garantie für ein Nichtauftreten der koronaren Herzkrankheit sei (87, 76). Diese auf koronarangiographischen und klinischen Untersuchungen beruhenden Diagnosen - Autopsiedaten waren nicht vorhanden - wurden von BASSLER in Frage gestellt (88). Da, wie BASSLER behauptete, kein autopsiebelegter Todesfall durch koronare Herzkrankheit bei Marathonläufern bekannt geworden sei, könnte seine Hypothese aufrecht erhalten bleiben.

1979 stellten NOAKES, OPIE und Mitarbeiter BASSLERS Behauptung die Beschreibung von vier autopsiegeprüften Fällen ernster Koronarsklerose bei Marathonläufern

entgegen (83). NOAKES und OPIE betonten, daß ihre Ergebnisse die in zahlreichen epidemiologischen Studien beschriebenen positiven Auswirkungen des körperlichen Trainings auf die Inzidenz der koronaren Herzkrankheit weder infrage stellen, noch abwerten sollen. Es war vielmehr ihr Ziel, mit dieser Fallbeschreibung die Absolutheit BASSLERS Hypothese kritisch zu überprüfen und die Komplexität der Beziehung zwischen körperlichem Training und koronarer Herzkrankheit zu demonstrieren.

VUORI und Mitarbeiter publizierten 1978 die Ergebnisse einer Studie, in deren Rahmen sie anhand von Todesurkunden und Autopsieberichten 2606 plötzliche Todesfälle analysiert hatten (89). Ziel der Arbeit war es, zu prüfen, ob eine Korrelation zwischen dem Auftreten der plötzlichen Todesfälle und der vorausgegangenen körperlichen Aktivität bestehe. Bei 73% der Fälle war akute oder chronische ischämische Herzkrankheit die Todesursache. VUORI und Mitarbeiter kamen zu der Schlußfolgerung, daß tägliches körperliches Training nicht als bedeutender ursächlicher Faktor des plötzlichen Herztodes in der Gesamtbevölkerung angesehen werden könnte. Ein deutliches Risiko kardiovaskulärer Komplikationen im Zusammenhang mit intensiver körperlicher Aktivität bestehe jedoch bei Personen mit manifester oder latenter koronarer Herzkrankheit (89).

THOMPSON und Mitarbeiter veröffentlichten 1979 ebenfalls eine Untersuchung über während oder kurz nach

sportlichem Training aufgetretene Todesfälle. Sie führten in 18 Fällen Autopsieuntersuchungen durch (90). Wie die Analyse ergab, waren 13 männliche Personen an den Folgen koronarsklerotischer Veränderungen gestorben, bei vier Männern und einer Frau stellten sich andere Todesursachen heraus. Fast alle Personen hatten seit Jahren regelmäßiges körperliches Training betrieben. Hinsichtlich der Risikofaktoren zeigten sich keine signifikanten Differenzen im Vergleich dieser Personen mit körperlich aktiven Kontrollpersonen, die keine koronare Herzkrankheit aufwiesen.

Die Autoren kamen aufgrund dieser Resultate, ähnlich wie NOAKES, OPIE u.a. zu der Folgerung, daß weder Hochleistungssport noch regelmäßiges Training einen verläßlichen Schutz gegen die Entwicklung koronarer Herzkrankheit garantiere. THOMPSON und Mitarb. sind der Auffassung, daß regelmäßiges körperliches Training in der Prävention der koronaren Herzkrankheit eine Rolle spiele, daß aber weitere Studien nötig seien, um diese Beziehung zu klären (90).

Von großer Bedeutung in diesem Zusammenhang ist eine erst kürzlich erschienene Primatenstudie von KRAMSCH und Mitarbeitern (91). Die Auswirkungen eines gemäßigten Konditionstrainings auf die Entwicklung einer koronaren Herzkrankheit wurde 3 1/2 Jahre bei Affen beobachtet und abschließend in Autopsien untersucht. Drei Tiergruppen mit randomisierter Zuordnung wurden verglichen: eine Gruppe ohne Konditionstraining, die eine Kontrolldiät erhielt, eine zweite Gruppe ohne Konditionstraining, die eine isokalorische, lipidreiche

Diät erhielt und eine dritte Gruppe mit körperlichem Training, die ebenfalls isokalorische, lipidreiche Diät erhielt. Die Ergebnisse wurden 1981 veröffentlicht. Ischämische elektrokardiographische Veränderungen, angiographische Anzeichen von Lumeneinengungen der Koronararterien und plötzlicher Herztod wurden nur bei untrainierten Affen beobachtet. In den Autopsien zeigte sich bei diesen Tieren deutliche Koronarsklerose und Stenosen. Wie KRAMSCH und Mitarb. beobachten konnten, war körperliches Training dagegen mit einer wesentlich geringeren Arteriosklerose entwicklung insgesamt und einer geringeren Größe der Läsionen, der Kollagenakkumulation und der Lumeneinengungen assoziiert. KRAMSCH und Mitarbeiter folgern aus diesen Ergebnissen, daß gemäßigtes Training die Entwicklung einer koronaren Herzkrankheit bei den untersuchten Primaten verhüten oder verzögern könne. Ob körperliches Training arteriosklerotische kardiovaskuläre Erkrankungen in ähnlicher Weise mit ähnlichen Effekten bei anderen Primaten beeinflussen könne, bleibe unsicher (91).

Insgesamt liefern die dargestellten Autopsiestudien kontroverse Ergebnisse. Ein eindeutiger Beweis der Hypothese, daß körperliches Training der Inzidenz der koronaren Herzkrankheit vorbeuge, konnte im Rahmen der Auswertung pathologischer Untersuchungen von Todesfällen bei Sportlern und bei "Normalpersonen" nicht erbracht werden.

D. EPIDEMIOLOGISCHE STUDIEN ÜBER DIE AUSWIRKUNGEN DES KÖRPERLICHEN TRAININGS AUF DIE LEBENSERWARTUNG

Retrospektive Athletenstudien

Neben den Theorien und Untersuchungen zur Beziehung zwischen körperlicher Aktivität und der Inzidenz der koronaren Herzkrankheit sind besonders die Auswirkungen des körperlichen Trainings auf die Lebenserwartung das Thema zahlreicher epidemiologischer Studien.

In einer 1966 durchgeführten tierexperimentellen Untersuchung, die die Auswirkungen eines 10-minütigen täglichen Lauftrainings in einem motorgetriebenen Laufrad bei Albinoratten untersucht, kommt RETZLAFF zu dem Ergebnis, daß die trainierten Ratten eine um 25% höhere Lebensdauer aufweisen als die untrainierten Kontrolltiere (92).

So eindeutig und klar sich die Beziehung zwischen körperlichem Training und der Lebenserwartung im Tierexperiment darstellt, so vielschichtig und schwierig ist es, im Rahmen epidemiologischer Analysen zu einer definitiven Aussage über die Korrelation zwischen körperlicher Aktivität und Lebenserwartung zu gelangen. Im Vergleich von Lebensdauer und Todesursachen bei Athleten und "Normalpersonen" anhand von Todesurkunden, Fragebögen und Archivunterlagen wurde in den dargestellten Studien retrospektiv untersucht, ob sich Differenzen in der Lebensdauer und im Vorkommen der

koronaren Herzkrankheit aufzeigen. Weiterhin wurde diskutiert, ob diese möglichen Differenzen auf die Auswirkungen eines unterschiedlichen körperlichen Trainings zurückzuführen seien. Bei der Untersuchung dieser Frage ist nicht nur körperliche Aktivität oder Inaktivität als ein die Lebenserwartung beeinflussender Faktor zu analysieren; darüber hinaus sind auch konstitutionelle Faktoren, erbliche Dispositionen,Lebensgewohnheiten, Risikofaktoren und eine Selbstselektion zu berüchsichtigen. Ihr Einfluß und ihre anteilsmäßige Bedeutung werden bei der Beurteilung der Auswirkungen körperlichen Trainings auf die Lebenserwartung schwer und z.T. unzureichend erfaßt.

Wie sich in Untersuchungen am Beispiel von Marathonläufern gezeigt hat, weisen diese Sportler geringere Risikofaktoren und seltener eine erbliche Veranlagung zur koronaren Herzkrankheit auf, als Personen des Bevölkerungsquerschnitts. Weiterhin ist die Tendenz beobachtet worden,daß gesunde Personen auch noch häufiger gesundheitsfördernden Sport treiben als Personen mit einer Prädisposition für koronare Herzkrankheit, was in einer Selbstselektion resultiert. Diese Selbstselektion führt zu einem,den Zusammenhang möglicherweise überbetonenden oder verzerrenden Effekt, der im Rahmen der retrospektiven Studien nicht zu erfassen ist. Solange die Einflüsse dieser Faktoren nicht quantitativ und qualitativ beurteilt werden können, sind endgültige Aussagen über die Auswirkungen des körperlichen Trainings auf die Lebenserwartung nicht möglich und Hypothesen nicht zu beweisen. Tab. 7 gibt einen Überblick der dargestellten retrospektiven Lebenserwartungsstudien.

Tab. 7:

RETROSPEKTIVE ATHLETENSTUDIEN

Publikation der Studie	Autor	Anzahl der Fälle
1873	MORGAN	294
1932	DUBLIN	38 269
1954	ROOK	834
1956	MONTOYE et al.	1 212
1970	POLEDNAK u. DAMON	7 877
1971	SCHNOHR	297
1972	PROUT	172
1975	METROPOLITAN LIFE INSURANCE CO.	10 079
1976	KARVONEN et al.	396

Eine der ersten Studien, die sich mit der Frage der Langlebigkeit bei Sportlern befaßte, wurde vor über 100 Jahren, 1873, von MORGAN veröffentlicht (93). Das Ergebnis dieser Studie war, daß Kollegeruderer, die zwischen 1829 und 1869 bei den Oxford/Cambridge Ruderwettkämpfen teilgenommen hatten, durchschnittlich 2 Jahre länger lebten als der Bevölkerungsdurchschnitt. Auch in späteren Studien wurden häufig die Mortalitätsdaten von Kollegesportlern, besonders von Ruderern, mit den statistischen Daten des Bevölkerungsdurchschnitts verglichen. Der Grund dafür ist in der Tatsache zu sehen, daß Angaben über sportliche Leistungen und Lebensalter der Kollegesportler in Archiven dokumentiert und somit leicht verfügbar waren.

Weder eine erhöhte Lebenserwartung noch eine Reduktion der Inzidenz der koronaren Herzkrankheit in Verbindung mit Hochleistungssport zeigte sich in einer 1932 von DUBLIN am Beispiel von 38 269 Hochschulabsolventen aufgestellten Statistik (94). DUBLIN verglich prämierte Sportler von acht Colleges in den U.S.A. mit ihren untrainierten Kommilitonen und kam zu dem Ergebnis, daß -bezogen auf ein Basisalter von 22 Jahren- die Lebenserwartung aller Hochschulabsolventen statistisch bei 45,71 Jahren und die der Athleten bei 45,56 Jahren lag. Dieser Unterschied ist als statistisch nicht signifikant zu bezeichnen. Die Bedeutung weiterer Variablen, wie z.B. sozioökonomischer Faktoren für die Lebenserwartung wird deutlich, wenn man den Mortalitätsdaten der Kollegestudenten die statistische Lebenserwartung von 44,29 Jahren der männlichen Bevölkerung von 27 repräsentativen U.S.-Staaten gegenüberstellt.

ROOK, der 1954 in England die Lebensdauer ehemaliger Cambridge Sportler analysierte, stellte dementgegen fest, daß diese Sportler im Vergleich mit untrainierten Kontrollpersonen im statistischen Durchschnitt ein halbes Jahr länger gelebt haben (95). Bei einer besonderen Berücksichtigung der unterschiedlichen Sportarten zeigten sich, wie ROOK ermittelte, deutliche Differenzen: ein Alter von 70 Jahren wurden von 57% der Sprinter und von 56% der Langstreckenläufer, aber nur von 34% der Hammerwerfer und Kugelstoßer erreicht. Diese Ergebnisse deuten an, daß die Auswirkungen der körperlichen Aktivität von der Trainingsart - aerob oder anaerob - und den daraus resultierenden unterschiedlichen kardiopulmonalen Belastungen abhängig zu sein scheinen.

In einer umfangreichen Untersuchung wertete MONTOYE 1956 Fragebögen aus, die bei 1212 ehemaligen Studenten der Michigan Universität erhoben worden waren (96). Es ergaben sich hinsichtlich der Lebensdauer im Vergleich von sportlich trainierten und untrainierten Studenten keine Differenzen.

POLEDNAK und DAMON veröffentlichten 1970 eine weitere Studie, die den Zusammenhang zwischen körperlichem Training und der Lebenserwartung bei 7877 Harvardstudenten untersuchte (97, 98, 99). Die zwischen 1860 und 1889 geborenen Harvardstudenten wurden ihrer sportlichen Leistung entsprechend klassifiziert. Prämierte Sportler wiesen statistisch die geringste Lebenswerwartung auf. Studenten, die keine Auszeichnungen erlangt

hatten, aber regelmäßig körperlich aktiv gewesen waren, zeigten die höchste Lebenserwartung. Sportlich inaktive Studenten waren hinsichtlich ihrer Lebenserwartung zwischen beiden Gruppen einzuordnen. Eine nach Sportarten unterteilte Analyse der Studenten ergab keine signifikanten Ergebnisse. Die Inzidenz der koronaren Herzkrankheit war bei allen Gruppen vergleichbar häufig. Einschränkend muß bemerkt werden, daß die Genauigkeit der Daten aufgrund mangelnder Informationen über Trainingsgewohnheiten, Lebensstil nach der Kollegezeit und unzureichenden diagnostischen Angaben auf den Todesurkunden begrenzt ist.

Eine 1971 publizierte Arbeit von SCHNOHR untersucht Lebensdauer und Todesursachen bei männlichen Hochleistungssportlern in Dänemark (100). SCHNOHR sammelte und analysierte Informationen von über 297 männlichen Athleten, die zwischen 1880 und 1910 geboren waren und verglich ihre Daten mit den Mortalitätsdaten der männlichen dänischen Bevölkerung. Als Resultat der Arbeit zeigte sich, daß bis zu einem Alter von 50 Jahren die Athleten eine 39% geringere Sterblichkeit, d.h. eine signifikant höhere Lebenserwartung aufwiesen. Hinsichtlich der Todesursache wurden keine Unterschiede festgestellt. Die Mortalität in den Altersklassen über 50 Jahren war in beiden Gruppen ähnlich; sie scheint von früherem Leistungssport unbeeinflußt. Der Grund für die höhere Lebenserwartung der jüngeren Sportler sei unsicher, wie SCHNOHR in der Diskussion seiner Studie angibt. Da koronare Herzkrankheit in den Altersgruppen unter 50

Jahren nicht die Haupttodesursache darstelle, sei die höhere Lebenserwartung der Sportler wahrscheinlich nicht auf ein besseres kardiovaskuläres Training zurückzuführen (100).

POLEDNAK, der sich in einem 1972 erschienenen Artikel ebenfalls mit den Ergebnissen SCHNOHRS Studie auseinandersetzt, sieht Selbstselektion als entscheidende Ursache für die höhere Lebenserwartung der Athleten an. Er gelangt zu der Auffassung, es habe sich bei den dänischen Hochleistungssportlern um eine Gruppe von Individuen mit exzellenter Gesundheit gehandelt (101).

PROUTS 1972 erschienene Arbeit über die "Lebenserwartung von Kollegeruderern" wertet die Morbiditäts- und Mortalitätsdaten von 172 Studenten aus, die zwischen 1882 und 1902 Mitglieder der Rudermannschaften der Universitäten Harvard und Yale gewesen waren (102). Jedem Sportler wurde zum Vergleich ein sportlich untrainierter Kommilitone gegenübergestellt. Die durchschnittliche Lebensdauer der Sportler lag statistisch bei 67,85 Jahren und war damit signifikant höher als die der Kontrollpersonen mit 61,55 Jahren. Beim Vergleich der Todesursachen ergaben sich keine Differenzen bezüglich der Inzidenz kardiovaskulärer oder zerebrovaskulärer Krankheiten. Nichtkoronare Todesursachen, wie Appendicitis, Tuberkulose oder akute Infektionskrankheiten waren bei den Kontrollpersonen häufiger aufgetreten.

Eine Untersuchung des statistischen Büros der Metropolitan Life Insurance Company kommt 1975 zu dem Ergebnis, daß die professionellen Spieler der amerikanischen

Baseballmannschaften eine signifikant geringere Mortalität aufweisen als der männliche Bevölkerungsdurchschnitt in entsprechenden Altersgruppen (103). Die statistische Auswertung umfaßte über 10 000 Baseballspieler in der Zeit von 1876 bis 1973. Seltsam erscheint die zusätzliche Beobachtung, daß Spieler, die weniger als fünf Jahre Mannschaftsmitglieder waren, eine um 18% geringere Mortalität aufwiesen als Spieler, die über 5 Jahre diesen Sport in der Mannschaft ausgeübt hatten. Diese Beobachtung deutet auf den entscheidenden Einfluß weiterer Faktoren hin, die neben der Art und dem Ausmaß des körperlichen Trainings eine bedeutende Rolle im Zusammenhang mit der Lebenserwartung spielen. Diese Faktoren sind im Rahmen der statistischen Analyse jedoch nicht näher untersucht worden.

Die oben dargestellten retrospektiven Athletenstudien ergeben teils kontroverse und teils unvollständige Ergebnisse. Die Tatsache, daß überwiegend die Sterblichkeit von Kollegesportlern untersucht wurde, ohne eine weitere Analyse der Lebensgewohnheiten und des körperlichen Trainings nach Abschluß der Kollegezeit führt zu der Überlegung, daß die Aussagekraft dieser Studien begrenzt gesehen werden muß. In diesem Zusammenhang sind die Ergebnisse der 1978 von PAFFENBARGER veröffentlichten prospektiven Studie der Harvard Alumni zum Vergleich anzufügen (65). PAFFENBARGER, der in seine Untersuchungen auch körperliche Trainingsgewohnheiten nach Abschluß der Kollegezeit miteinbezog, kommt zu dem Ergebnis, daß Ex-Kollegesportler nur dann eine niedrige

Inzidenz der koronaren Herzkrankheit aufweisen, wenn sie auch als Alumni einen hohen körperlichen Aktivitätsindex beibehalten haben. Körperliche Fitness während der Kollegezeit allein resultiert nicht in einer reduzierten Inzidenz der koronaren Herzkrankheit.

Zieht man zusätzlich die Ergebnisse tierexperimenteller und klinischer Untersuchungen in Betracht, die belegen, daß die physiologischen Reaktionen und Anpassungsvorgänge des Körpers auf Trainingsreize sich nach Beendigung des Trainings relativ schnell zurückentwickeln, so wird deutlich, daß von einem Zusammenhang zwischen den Auswirkungen des körperlichen Trainings und der Lebenserwartung nur dann gesprochen werden kann, wenn während der gesamten Lebensdauer ein hoher körperlicher Aktivitätsindex vorgelegen hat (65).

Eine Ausnahme von oben dargestellter Kritik bilden die von KARVONEN durchgeführten retrospektiven Untersuchungen zur Langlebigkeit der finnischen Skilangstreckenläufer. KARVONEN, der von der Beobachtung ausging, daß Skilanglaufen, wie auch Marathonlaufen, von vielen Finnen als lebenslange Sportart regelmäßig ausgeübt wird, veröffentlichte zahlreiche Arbeiten über die Lebenserwartung von finnischen Skilangstreckenläufern (104 - 109).

In einer 1976 veröffentlichten Studie legt KARVONEN die statistisch ermittelte Mortalität von 396 finnischen Skilangstreckenläufern dar, die von 1845 - 1910 geboren und

in Skiwettkämpfen erfolgreich gewesen waren (109). Ihre durchschnittliche Lebenserwartung lag bei 73,0 Jahren und war damit um 4,3 Jahre länger als die der männlichen Bevölkerung Finnlands während dieser Zeitperiode. KARVONEN deutet darauf hin, daß die Intensitität dieser Sportart und ihre jahrelange Ausübung die Athleten auf typische Weise charakterisieren. Dies kann als mögliche Erklärung der Resultate angesehen werden. In ähnlichen Arbeiten untersuchten KARVONEN und Mitarbeiter bei Skilangläufern die physiologischen Auswirkungen des intensiven sportlichen Trainings auf das Herz (105, 106).

Insgesamt scheint, wie diese Ergebnisse andeuten, körperliches Ausdauertraining mit einer erhöhten Lebenserwartung verknüpft zu sein. Eine endgültige Antwort auf die Frage, wie körperliches Training die Lebenserwartung beeinflußt, ist jedoch nicht erreicht worden.

In einer prospektiven Studie, die BELLOC am Beispiel einer Bevölkerungsgruppe in Kalifornien durchführte, zeigte sich als Ergebnis, daß körperliche Aktivität - ihr Maß wurde anhand von Fragebogen bestimmt - zu den Faktoren zu rechnen ist, die mit einer reduzierten Mortalität und somit einer erhöhten Lebenserwartung assoziiert sind (110).

E. ZUSAMMENFASSUNG UND DISKUSSION

Die Auswirkung des körperlichen Trainings auf die Inzidenz der koronaren Herzkrankheit und die Lebenserwartung wird, wie die Analyse der dargestellten Studien verdeutlicht, kontrovers beurteilt.

Zusammengefaßt ist aus den Ergebnissen der unterschiedlichen retrospektiven, prospektiven, Autopsie- und Athletenstudien - die Literatur zu diesem Thema nimmt derzeit rapide zu - keine kausale Relation zwischen körperlicher Aktivität und der Morbidität und Mortalität im allgemeinen und der der koronaren Herzkrankheit im besonderen abzuleiten. Der Beweis für die von zahlreichen Autoren formulierte Hypothese, körperliches Training reduziere die Inzidenz der koronaren Herzkrankheit, wirke als Schutzfaktor gegen das Auftreten koronarsklerotischer Veränderungen und erhöhe somit die Lebenserwartung, steht also noch aus.

Eine eindeutige inverse Beziehung zwischen dem Maß der körperlichen Aktivität und dem Grad der arteriosklerotischen Veränderungen konnte in den verschiedenen epidemiologischen Studien nicht übereinstimmend demonstriert werden. Ebensowenig konnte hinsichtlich der zeitlichen Relation ein ursächlicher Zusammenhang zwischen körperlichem Training und dem Auftreten koronarsklerotischer Veränderungen dargestellt werden.

Da der direkte experimentelle Beweis eines protektiven Effekts von körperlichem Training beim Menschen nicht

durchführbar ist, ist die Bearbeitung der Frage auf die Analyse und Interpretation epidemiologischer Studien angewiesen. Die Selektion der Personen, die Bewertung von Qualität und Quantität des körperlichen Trainings, die Validität der Diagnose, die Möglichkeit eines krankheitsbedingten Berufswechsels und die individuellen Unterschiede in Konstitution, Risikoprofil und erblichen Dispositionen stellen Schwierigkeiten der epidemiologischen Studien dar. Die Grenzen ihrer Möglichkeiten, ihre methodischen Probleme und Differenzen sind ein Grund für die teils verzerrten, teils widersprüchlichen und teils unzureichenden, aussageschwachen Ergebnisse. Sie erfüllen zumeist nicht die notwendigen Kriterien, um die Hypothese zu verifizieren.

Festzuhalten ist, daß insgesamt viele der dargestellten Studien in ihren Ergebnissen eine statistisch signifikante, inverse Beziehung zwischen körperlichem Training und der Inzidenz der koronaren Herzkrankheit aufzeigen. Diese Beziehung ist jedoch nicht als direkte Kausalbeziehung anzusehen, sondern vielmehr als indirekte Korrelation in dem Sinn, daß bei Personen, die ein höheres Maß an körperlichem Training aufweisen, die Tendenz zu einem vergleichsweise geringeren Risiko der koronaren Herzkrankheit und zu einer höheren Lebenserwartung besteht. Dieser Zusammenhang zeigt sich auch dann, wenn andere Risikofaktoren im Rahmen der Untersuchungen berücksichtigt wurden.

Die endgültige Klärung der Auswirkungen des körperlichen Trainings, seiner möglichen protektiven Effektivität auf die Inzidenz der koronaren Herzkrankheit und

die Lebenserwartung bleibt weiteren prospektiven epidemiologischen Studien vorbehalten.

Bei der Interpretation der Ergebnisse wird deutlich, daß körperliche Aktivität oder Inaktivität nicht als unabhängiger Faktor anzusehen ist. Vielmehr besteht die Tendenz zu einer Häufung und einem gegenseitigen Bedingen von Risikofaktoren, wie erblicher Disposition, inaktiver Lebensweise, Hypertonie, Hyperlipidämie und/oder Rauchen. Dies kann aufgrund des additiven Effekts der Ursachen zu einer erhöhten Inzidenz- und Mortalitätsquote durch koronare Herzkrankheit einerseits, andererseits aber auch zu einer Verzerrung und Fehlbewertung der Rolle des körperlichen Trainings führen. Der Versuch der hypothetischen Elimination der Risikofaktoren, wie er von PAFFENBARGER (63/65) unternommen wurde, stellt einen Ansatz dar, dieses Problem zu erfassen.

Eng verknüpft mit den epidemiologischen Arbeiten, die sich mit den direkten Auswirkungen des körperlichen Trainings auf die Inzidenz der koronaren Herzkrankheit befassen, sind Studien, die die Frage nach dem der vermuteten Schutzwirkung körperlichen Trainings zugrundeliegenden Mechanismus untersuchen.

Der Nutzen eines Bewegungstrainings zur Erhaltung oder Wiedererlangung einer ausreichenden motorischen Funktion steht außer Frage (lll). Ebenso gelten die haemodynamischen und morphologischen Adaptionsvorgänge des kardio-pulmonalen Systems auf körperliches Training,

die zu einer Ökonomisierung der Herztätigkeit in Ruhe und bei Belastung führen, als unbestritten (112).

Neben diesen günstigen Trainingseffekten sind im Zusammenhang mit dem möglichen Schutzmechanismus folgende Aspekte von besonderem Interesse:

1. der Einfluß körperlichen Trainings auf die Fibrinolyse- und Gerinnungsvorgänge,
2. der Einfluß körperlichen Trainings auf den HDL-Cholesterin-Spiegel unter dem Aspekt, daß HDL-Cholesterin einen Schutzfaktor gegen die koronare Herzkrankheit darstelle,
3. die Frage, nach der effektivsten Art und dem erforderlichen Maß körperlicher Aktivität.

ad 1):

WILLIAMS und Mitarbeiter publizierten 1980 die Ergebnisse einer Studie, die die Auswirkungen eines 10-wöchigen Trainingsprogramms auf die fibrinolytische Aktivität unter Ruhebedingungen und nach experimentell erzeugtem venösem Verschluß bei gesunden Erwachsenen untersuchte (113). Unter dem Einfluß körperlichen Trainings war eine verringerte fibrinolytische Aktivität in Ruhe und ein vermehrter Anstieg der Fibrinolyse bei experimentell ausgelöstem venösen Verschluß zu beobachten. WILLIAMS et al. folgerten daraus, daß körperliches Training zu einer erhöhten Zunahme der fibrinolytischen Aktivität, die infolge eines thrombotischen Verschlusses

auftritt, führen kann. Sie vermuten, daß dieser Mechanismus eine wichtige Rolle in der Schutzwirkung des körperlichen Trainings gegen das Risiko der koronaren Herzkrankheit spielen könnte.

In ähnlichen Überlegungen und Untersuchungen kamen bereits GUEST und CELANDER (1960), MacDONALD et al. (1958) und IATRIDIS und FERGUSON (1963) zu dem Ergebnis, daß regelmäßiges körperliches Training im allgemeinen zu einer Erhöhung der Fibrinolyse und zu einer verzögerten Blutgerinnung führe (114 - 116). Aus RUESSEGGER et al. (1960) fanden bei Sportlern einen Anstieg des Plasmins im Serum, welches die Thrombozytenklebligkeit und damit die intravaskuläre Blutgerinnung herabsetzt (117).

ad 2):

Die Bedeutung der Hyperlipidämie (Hypercholesterinämie und Hypertriglyceridämie) als sklerogener Faktor geht aus vielen epidemiologischen Untersuchungen, Sektionsstudien sowie aus klinischen und metabolischen Vergleichsuntersuchungen von Patienten mit koronarer Herzkrankheit und entsprechenden Kontrollpersonen hervor (118 - 120).

Dabei haben die Untersuchungen besonders die vielfältige Bedeutung der Lipoproteine hoher Dichte (HDL) unterstrichen und nachweisen können. Während bei den Lipoproteinen niedriger Dichte (LDL) eine positive Beziehung zur koronaren Herzkrankheit besteht, weisen die

Lipoproteine hoher Dichte eine inverse Relation zur koronaren Herzkrankheit auf. Aufgrund zahlreicher Befunde stellte sich HDL-Cholesterin als Schutzfaktor gegen koronare Herzkrankheit dar (121 - 124). Dies ergab sich auch im Rahmen der Framingham-Studie (125), welche zwischen 1969 und 1971 die Lipoproteinwerte bei Personen zwischen dem 49. und 82. Lebensjahr auswertete. Dabei zeigte sich sowohl bei den Männern als auch bei den Frauen ein deutlicher Zusammenhang zwischen dem Serum-HDL-Cholesterinspiegel und dem Koronarrisiko: Niedrige Konzentrationen waren mit einem höheren Risiko verbunden als hohe Konzentrationen. Auch GLUECK et al. (1975) und MILLER et al. (1975) schreiben einem reduzierten Anteil an Lipoproteinen ein erhöhtes Risiko zu, an degenerativen kardiovaskulären Veränderungen zu erkranken und weisen auf die Schutzfunktion erhöhter HDL-Konzentrationen hin (126, 127).

Der mögliche Mechanismus der Schutzwirkung des HDL-Cholesterins gab Anlaß zu verschiedenen Hypothesen (MILLER und MILLER 1975; GLOSMET 1968) und biochemischen Untersuchungen, ist aber letztendlich nicht geklärt (128, 129).

Auf der Basis dieser Überlegungen gewann der Einfluß des körperlichen Trainings auf den HDL-Cholesterinspiegel besonderes Interesse. Wie sich in vielen epidemiologischen Studie zeigte, weisen körperlich trainierte Personen höhere Serum-HDL-Cholesterinwerte auf, als körperlich inaktive Kontrollpersonen (130 - 134).

Bereits 1964 berichteten CARLSON et al. über höhere HDL-Werte bei Skilangläufern als bei der durchschnittlichen schwedischen Bevölkerung (135). WOOD et al. (1976) beobachtete ebenfalls bei 45-jährigen Sportlern höhere HDL-Konzentrationen als bei Untrainierten (133). Jüngere Untersuchungen von WOOD et al. (1979), HUTTUNEN et al. (1979) und HARTUNG et al. (1980) haben gezeigt, daß erhöhte körperliche Aktivität zu einer Erhöhung der HDL-Cholesterinkonzentration im Serum führt und gleichzeitig mit einer Abnahme der Serumkonzentrationen in Triglyceriden, VLDL-Cholesterin und LDL-Cholesterin verbunden ist (134, 136, 137). KIENS et al. (1980) und LEHTONEN et al. (1979) ergänzen diese Befunde, indem sie in ihren Untersuchungen prospektiv zeigen konnten, daß körperliches Training sowohl HDL-Cholesterin als auch das Apolipoprotein A I, ein Hauptbestandteil der HDL, erhöht (138, 139). In einer von ADNER und CASTELLI veröffentlichten prospektiven Langzeitstudie, die die Inzidenz der koronaren Herzkrankheit bei Langstreckenläufern und inaktiven Kontrollpersonen vergleicht, konnten ebenfalls erhöhte HDL-Cholesterinspiegel bei den Sportlern festgestellt werden (141). Wie ENGER und Mitarbeiter 1980 feststellten, sind signifikante Veränderungen im HDL-Metabolismus bereits nach einer einzigen intensiven körperlichen Ausdauerbelastung (z.B. 70 km Cross-Skilauf) zu beobachten (140). Falls, wie ADNER und CASTELLI es 1980 formulierten, die inverse Korrelation zwischen der koronaren Herzkrankheit korrekt ist, hätten Langstreckenläufer ein geringeres Risiko, koronare Herzkrankheit zu entwickeln als Nichtläufer (141).

Die endgültige Klärung der Rolle des HDL-Cholesterins, besonders unter dem Aspekt seiner Beeinflußbarkeit durch körperliches Training, bleibt allerdings weiteren prospektiv epidemiologischen Studien vorbehalten.

ad 3):

Da das mechanisierte Berufsleben immer seltener in der Lage ist, dem kardio-respiratorischen System einen Trainingseffekt zu setzen, kommt in der Auffassung vieler Autoren den Freizeitaktivitäten eine wachsende Bedeutung zu. Die gegenwärtigen Bemühungen in Prävention und Rehabilitation der koronaren Herzkrankheit konzentrieren sich auf einen Abbau von Risikofaktoren bzw. - bei positiver Formulierung - auf Aufbau von vermuteten Schutzfaktoren. In diesem Zusammenhang wurden von zahlreichen Autoren Empfehlungen formuliert, welche Trainingsart und Trainingsintensität als effektiv anzusehen sei (142, 143). Als Beispiel sei die von MORRIS und seinen Mitarbeiter 1973 formulierte Trainigsempfehlung, abgeleitet aus den Erfahrungen ihrer Studie, angegeben: "2 mal wöchentlich 30 Minuten körperliches Training mit einem Energieumsatz von mindestens 7,5 kcal/min $\triangleq$ 1500 VO_2/min $\triangleq$ 100 W" (57).

HOLLMANN (1980) spezifiziert, daß unter acht verschiedenen Ausdauerformen aus der Sicht der präsentiven und rehabilitativen Kardiologie besonders die allgemeine und lokale aerobe Ausdauer von Bedeutung sei, die er als dynamische Beanspruchung großer Muskelgruppen über eine längere Zeitdauer als mindestens

3 Minuten definiert (144). Wichtiges präventiv kardiologisches Prinzip sei eine Verminderung des Sauerstoffbedarfs im Myokard, durch die eine höhere Belastungsfähigkeit erreicht werde. Die Belastungsdauer sollte laut HOLLMANN täglich mindestens 10 Minuten betragen. Als effektivste Sportart in diesem Sinn habe sich der Dauerlauf erwiesen; als praktisch gleichrangig könnten Skilanglauf, Radfahren, Schwimmen und Bergwandern eingeordnet werden.

Man schätzt, daß es in den USA zur Zeit über 25 Millionen Dauerläufer bzw. "Jogger" gibt; über 8 Millionen Amerikaner absolvieren fast täglich ein längeres Lauftraining. Dies dokumentiert u.a. die Teilnahme von über 7000 Läufern am Bostoner Marathonlauf.

Auch in Deutschland hat sich unter dem Leitslogan 1976 des Deutschen Sportbundes "Komm mit uns auf Trab" oder unter dem Motto "Langläufer leben länger" eine Fitnessaktion wachsenden Ausmaßes entwickelt und dies alles, obwohl bisher sowohl eine Verlängerung der Lebenserwartung als auch der Schutz vor degenerativen Herz-Kreislaufkrankheiten durch Sport auf der Basis kontrollierter Studien unbewiesen ist.

Van AAKEN, der auch als der "Erfinder des Dauerlaufs" oder als "Vater des Langlaufs" bezeichnet wird, definiert den Dauerlauf bzw. das Jogging als eine "Laufbewegung die etwas schneller ist als schelles Gehen, aber nicht so anstrengend." Die Pulsfrequenz sollte

fünf Minuten nach Laufbeginn 130 erreichen und nur selten überschreiten (145). Das von van AAKEN bereits 1947 entwickelte "Waldnieler-Lauftraining der reinen Ausdauermethode" steht dem klassischen Intervalltraining entgegen (146).

HOLLMANN, der van AAKEN als "Anhänger eines kontinuierlichen Dauerlauftrainings zur Vergrößerung der allgemeinen aeroben Ausdauer" und als "Verfechter der relativ geringsten Belastungsintensität" bezeichnet, untersuchte Personen die nach van AAKENS Methode trainiert waren (112). Als Ergebnis stellte er fest, daß "die relativ hohe Reizintensität in Verbindung mit der langen Reizdauer für die hervorragenden Erfolge dieser sogenannten 'Waldnieler Ausdauertrainingsmethode' verantwortlich gemacht werden könnte".

Van AAKEN konzentrierte sich jedoch nicht nur auf seine empirischen Kenntnisse über die Auswirkungen des Dauerlaufs auf kardiovaskuläre Erkrankungen, sondern veröffentlichte 1969 eine Schrift mit dem Titel "Die Dauerfunktion der biologischen Oxydation als Krebsprophylaxe" mit dem Untertitel "Sportphysiologische Studie einer allgemeinen Prophylaxe der Zivilisationskrankheiten durch die reine Ausdauermethode des Lauftrainings". 1970 untermauerte van AAKEN diese Arbeit durch den "Statistischen Nachweis einer möglichen Krebsprophylaxe mit Ausblick auf die letzte Ursache der Krebserkrankung", wobei Mitglieder der Interessengemeinschaft älterer Langstreckenläufer mit gleichaltrigen untrainierten Kontrollpersonen verglichen wurden (147).

SIMONTON weist ebenfalls auf eine Korrelation zwischen körperlichem Training und dem Auftreten und dem Verlauf von Krebserkrankungen hin (148). Wenn körperliches Training einerseits günstige Einflüsse auf Krebspatienten habe, so betont SIMONTON jedoch, daß Sport andererseits leicht als ungesunder Stressfaktor fungieren könnte. Wie sich im Tierversuch zeigen ließe, würde das Wachstum maligner Tumoren bei Laboratoriumstieren beschleunigt durch Stress aufgrund von körperlichem Training (148).

Eingehend mit dem Problem der Inzidenz maligner Tumoren bei Athleten befaßte sich SCHMID, der 1973 eine Analyse von 218 postmortem Untersuchungen an ehemaligen tschechoslowakischen Athleten veröffentlichte (149). SCHMID legt die Hypothese dar, daß wiederholte, physisch erschöpfende athletische Leistungen an der Aktivierung von zellulären onkogenen Genen, gemäß der Theorie von TODARO-HUEBNER (150), teilnehmen. Diese Hypothese wird seiner Auffassung nach von der statistisch signifikant erhöhten Inzidenz maligner Tumoren bei Athleten, die sich im Rahmen seiner Untersuchungen herausstellte, unterstützt. Andererseits weist SCHMID auf für den Organismus günstige Auswirkungen körperlicher Trainingsbelastungen hin. Während solcher Belastungen komme es zu einer reichlichen Sauerstoffversorgung der Zellen, einem Prozeß, der, so auch van AAKEN (147), vor einer malignen Degeneration der Zellen schützen solle.

Neben den objektieven Auswirkungen des körperlichen Trainings auf die Inzidenz der koronaren Herzkrankheit und auf die Lebenserwartung, die, wie dargestellt

die Grundlage von Hypothesen und vielfältigen Untersuchungen bilden, dürfen die subjektiven Auswirkungen, der psychologische Aspekt der Trainingswirkungen nicht übersehen oder unterschätzt werden.

Wenn auch nicht definitiv geklärt ist, inwieweit es dem einzelnen überhaupt möglich ist, durch Sport gesünder zu leben, der Entwicklung koronarsklerotischer Veränderungen entgegenzuwirken oder die Lebenserwartung zu erhöhen, so scheinen für viele Freizeitsportler die subjektiven Nebeneffekte körperlicher Aktivität zu einer Erhöhung der Lebensqualität und damit zu einer positiven Beurteilung der Auswirkungen körperlichen Trainings zu führen.

F. SCHLUSSFOLGERUNG

Aus den dargestellten Befunden epidemiologischer Studien ergibt sich, daß die Auswirkungen des körperlichen Trainings auf die Inzidenz der koronaren Herzkrankheit und die Lebenserwartung nicht endgültig geklärt sind.

Der definitive Beweis für die Hypothese, körperliches Training reduziere die Inzidenz der koronaren Herzkrankheit,wirke als Schutzfaktor gegen das Auftreten arteriosklerotischer Veränderungen und verlängere die Lebenserwartung, steht also noch aus. Diese Beweisführung würde eine kontrollierte prospektive Studie mit randomisierter Zuordnung der Probanden erforderlich machen - ein Studienprotokoll, das letztlich kaum praktikabel und ethisch bedenklich sein dürfte.

Festzuhalten ist, daß sich in vielen der Studien eine inverse Beziehung zwischen körperlicher Aktivität und der Inzidenz der koronaren Herzkrankheit darstellt. Körperlich aktive Personen weisen dabei ein vergleichbar geringeres Risiko auf, eine koronare Herzkrankheit zu entwickelt als inaktivere Personen.

G. LITERATURVERZEICHNIS

Epidemiologische Methoden

1. FROELICHER, V.F., BATTLER, A., McKIRNAM, M.D.: Physical activity and coronary heart disease. Cardiology 65: 153 - 190 (1980).

2. CLARK, V.A., HOPKINS, C.E.: Time is of the essence (editorial). J. Chronic Dis. 20: 565 - 569 (1967)

3. PFLANZ, M.: Allgemeine Epidemiologie, Aufgaben, Technik, Methoden. Stuttgart, Thieme, 1973.

4. MacMAHON, B., PUGH, T.: Epidemiology, principles and methods. Boston, Little Brown & Co., 1970.

5. MILVY, P.: A critical review of epidemiological studies of physical activity. Ann. NY. Acad. Sci. Vol 301, 1977.

6. MORRIS, J.N.: Uses of epidemiology. Edinburgh, Livingstone, 1964.

Epidemiologische Studien

1. FROELICHER, V.F., OBERMANN, A.: Analysis of epidemiologic studies of physical inactivity as risk factor for coronary artery disease. Prog. Cardiovasc. Dis. 15: 41, 1972.

2. SMITH, E.: 1864: Report on the sanitary circumstances of tailors in London. In: Rep. Med. Officer Primary Council with appendix. 6th edit. 416 - 430. H.M. Stadionary Office, London, England. (cited in reference 2).

3. HEDLEY, O.F.: Analysis of 5, 116 deaths reported as due to acute coronary occlusion in Philadelphia, 1933 - 1937. U.S. Weekly Pub. Health Rep. 54: 972, (Cited by Clarke, H.H. 1972. Physical activity and coronary heart disease. Physical Fitness Res. Digest 2: 1 - 13 (1939).

4. MORRIS, J., HEADY, J.A., RAFFLE, P.A., ROBERTS, C.G., PARKS, J.W.: Coronary heart disease and physical activity of work. Lancet 2: 1053 - 1057 and 1111 - 1120 (1953).

5. MORRIS, J.: Epidemiology and cardiovascular disease of middle age. Parts I and II. Mod. Concepts Cardiovasc. Dis. 29: 625 (1960).

6. MORRIS, J., HEADY, J.N., RAFFLE, P.A.: Physique of London busmen. Lancet 566 - 570 (1956).

7. MORRIS, J., KAGAN, A., PATTISON, D.C., GARDNER, M.S.: Incidence and prediction of ischaemic heart disease in London busmen. Lancet 553 - 559 (1966).

8. OLIVER, R.M.: Physique and serum lipids of young London busmen in relation to ischaemic heart disease. Brit. J. Industr. Med. 24: 181 - 186 (1967).

9. STAMLER, J., KJELSBURG, M., HALL, Y.: Epidemiologic studies on cardio-vascular-renal diseases: I. Analysis of mortality by age-race-sex-occupation J. Chronic Dis. 12, 440 - 455 (1960).

10. BRESLOW, L., BUELL, P.: Mortality from coronary heart disease and physical activity of work in California. J. Chronic Dis. 11: 421 (1960).

11. ZUKEL, W.J., LEWIS, R.H., ENTERLINE, P.E., PAINTER, R.C., RALSTON, L.S., FAWCETT, R.M., MEREDITH, A.P., PETERSON, B.: A short-term community study of the epidemiology of coronary heart disease. Amer. J. Pub. Health 49: 1630 - 1639 (1959).

12. BRUNNER, D., MANELIS, G.: Myocardial infarction among members of communal settlements in Israel. Lancet 1049 - 1050 (1960).

13. BRUNNER, D.: The influence of physical activity on incidence and prognosis of ischemic heart disease. In: Raab, W.: Prevention of Ischemic Heart Disease. Charles C. Thomas, Springfield, 1966, p.1.

14. BRUNNER, D., MANELIS, G.: Physical activity at work and ischemic heart disease. In: Coronary Heart Disease and Physical Fitness. O.A. Larsen & R.O Malmborg, Eds.: 244 - 250 (1970). University Park Press. Baltimore, Md.

15. ADELSTEIN, A.M.: Some aspects of cardiovascular mortality in South Africa. Brit. J. Prev. Soc. Med. 17: 29 - 40 (1963).

16. KAHN, H.A.: The relationship of reported coronary heart disease mortality to physical activity of work. Amer. J. Publ. Health 53: 1058 - 1067 (1963).

17. FRANK, C.W., WEINBLATT, E., SHAPIRO, S.: Physical inactivity as a lethal factor in myocardial infarction among men. Circulation 34: 1022 (1966).

18. FRANK, C.W., WEINBLATT, E., SHAPIRO, S., SAGER, R.V.: Myocardial infarction in men. J. Amer. Med. Assoc. 198 (12), 103 - 107 and 1241 - 45 (1966).

19. FRANK, C.W.: The course of coronary heart disease: Factors relating to prognosis. Bull. N.Y. Acad. Med. 44: 900 - 915 (1968).

20. SHAPIRO, S., WEINBLATT, E., FRANK, C.W., SAGER, R.V.: The H.I.P. Study of incidence and prognosis of coronary heart disease. J. Chronic Dis. 18: 527 - 558 (1965).

21. SHAPIRO, S., WEINBLATT, E., FRANK, C.W. et al.: Incidence of coronary heart disease in a population insured for medical care (H.I.P.). Myocardial infarction, angina pectoris and possible myocardial infarction. Amer. J. Pub. Health 57 (Supp. II): 1 - 101 (1969).

22. JOKL, E.: Physical activity and the epidemiology of coronary heart disease. In Medicine and Sport. Vol. 4. Physical Activity and Aging. D. Brunner & E. Jokl, Eds.: 250 - 266 (1970). University Park Press, Baltimore, Md.

23. TAYLOR, H.L., KLEPETAR, E., KEYS, A., PARLIN, W., BLACKBURN, H., PUCHNER, T.: Death rates among physically active and sedentary employees of the railroad industry. Amer. J. Publ. Health 52: 1697 - 1707 (1962).

24. TAYLOR, H.L.: Occupational factors in the study of coronary heart disease and physical activity. Canada Med. Assoc. J. 96: 825 - 831 (1967).

25. MENOTTI, A., PUDDU, V.: Death rates among Italian railroad employees, with special reference to coronary heart disease and physical activity at work. Environ. Res. 11: 331 (1976).

26. LILLIENFELD, A.M.: Variations of mortality from heart disease. Publ. Health Rep. 71: 545 - 552 (1956).

27. PELL, S., D'ALONZO, C.: Chronic disease, morbidity and income level in an employed population. Amer. J. Publ. Health 60: 116 - 129 (1970).

28. MORTENSEN, J.M., STEVENSEN, T.T., WHITNEY, L.H.: Mortality due to coronary disease analyzed by broad occupational groups. Arch. Indust. Health 19: 1 - 4 (1959).

29. HINKLE, L.E., WHITNEY, L.A., LEHMAN, E.W., DUNN, J., BENJAMIN, B.: Occupation, education, and coronary heart disease. Science 161: 238 - 246 (1968).

30. STAMLER, J., LINDENBERG, H.A., BERKSON, D.M., SHAFFER, A., MILLER, W., POINDEVTER, A.: Prevalence and incidence of coronary heart disease in strata of the labor force of a Chicago industrial corporation. J. Chron. Dis. 11: 405 - 420 (1960).

31. TAYLOR, H.L., BLACKBURN, H., BROZEK, J., PARLIN, R.W., PUCHNER, T.: Railroad employees in the U.S.A. Acta Med. Scand. (Suppl.) 460: 55 - 115 (1966).

32. McDONOUGH, J.R., HAMES, C.G., STULB, C., GARRISON, G.E.: Coronary heart disease among negroes and whites. Evans County, Georgia. J. Chron. Dis. 18: 443 - 468 (1965).

33. CASSEL, J., HEYDEN, S., BARTEL, A.G., KAPLAN, B.H., TYROLER, H.A., CORONI, J.C., HAMES, C.G.: Occupational and physical activity and coronary heart disease. Arch. Intern. Med. 128: 920 - 928 (1971).

34. ROBERTSON, H.K.: Heart disease in life-long cyclists. Lancet 1635 - 1636 (1977).

35. CHAPMAN, J.M., MASSEY, F.J.: The interrelationship of serum cholesterol, hypertension, body weight, and risk of coronary disease. J. Chron. Dis 17: 933 - 949 (1964).

36. STAMLER, J., BERKSON, D.M., LINDBERG, H.A.: Long-term epidemiologic studies on the possible role of physical activity and physical fitness in the prevention of premature clinical coronary heart disease. In: Brunner, D. (ed.): Physical Activity and Aging, in Medicine and Sport, Vol. IV. Baltimore, University Park Press, p. 274, 1970.

37. PAUL, O.,
LEPPER, M.H.,
PHELAN, W.H.,
DUPERTUIS, G.W.,
MacMillan, A.,
McKEAN, H.,
PARK, H.A.:
A longitudinal study of coronary heart disease.
Circulation 28: 20 - 31 (1963).

38. PAUL, O.:
Physical activity and coronary heart disease. II. Am.J. Cardiol. 23: 303 (1969).

39. TAYLOR, H.B.,
BLACKBURN, H.,
KEYS, A.,
PARLIN, R.W.,
VASQUEZ, C.,
PUCHNER, T.:
IV. Five-year follow-up of employees of selected U.S. railroad companies.
Circulation 41 (Suppl. I):
120 - 139 (1970).

40. TAYLOR, H.L.,
MENOTTI, A.,
PUDDU, V.,
MONTI, M.,
KEYS, A.:
XI. Five years of follow-up of railroad men in Italy.
Circulation 41 (Suppl. I):
113 - 122 (1970).

41. KEYS, A.:
Coronary heart disease in seven countries. Circulation 41 (Suppl. I): 1 - 211 (1970).

42. KEYS, A.,
ARAVANIS, C.,
BLACKBURN, H.,
Van BUCHEM, F.S.P.,
BUZINA, R.,
DJORDJEVIC, B.S.,
FIDANZA, F.,
KARVONEN, M.J.,
MENOTTI, A.,
PUDDY, V.,
TAYLOR, H.L.:
Probability of middle-aged men developing coronary heart disease in five years.
Circulation 45: 815 - 828 (1972).

43. ROSENMAN, R.H.: The influence of different exercise patterns on the incidence of coronary heart disease in the Western Collaborative Group Study. In: Medicine and Sports, Vol. 4, Physical Activity. D. Brunner & E. Jokl, Eds. 267 - 273 (1970). University Park Press, Baltimore, Md.

44. ROSENMAN, R.H., BRAND, R.J., JENKINS, C.D. et al.: Coronary heart disease in the Western Collaborative Group Study. J.A.M.A. 233 - 272 (1975).

45. WERKO, L.: Can we prevent heart disease? Ann. Med. 74: 278 - 288 (1971).

46. WILHELMSEN, L., TIBBLIN, G., WERKO, L.: A primary prevention in Götesborg, Sweden. Prev. Med. 1: 153 - 160 (1972).

47. TIBBLIN, G., WILHELMSEN, L., WERKO, L.: Risk factors for myocardial infarction and death due to ischemic heart disease and other causes. Am. J. Cardiol. 35: 514 (1975).

48. WILHELMSEN, L., TIBBLIN, G., AURELL et al.: Physical activity, physical fitness and risk of myocardial infarction. Adr. Cardiol. 18: 217 (1976).

49. CASSEL, J., HEYDEN, S., BARTEL, A.G., KAPLAN, B.H., TYROLER, H.A., CORONI, J.C., HAMES, C.G.: Occupation and physical activity and coronary heart disease. Arch. Intern. Med. 128: 920 - 928 (1972).

50. KANNEL, W.B.: The Framingham Heart Study, Habits, and Coronary Heart Disease. Public Health Service Publication No. 1515. Washington, D.C., U.S. Department of Health, Education and Welfare (1966).

51. KANNEL, W.B.: Habitual level of physical activity and risk of coronary heart disease. The Framingham Study. Canad. Med. Assoc. J. 96: 811 (1967).

52. GORDON, T., SORLIE, P., McNAMARA, P.: Physical activity and coronary vulnerability: The Framingham Study. Cardiol. Digest 6: 28 (1971).

53. KANNEL, W.B., SORLIE, P.: Some health benefits of physical activity: The Framingham Study. Arch. Intern. Med. 139: 857 - 861 (1979).

54. COSTAS, R., CARCIA-PALMIERI,M.R., NAZARIO, E., SERLIE, P.D.: Relation of lipids, weight and physical activity to incidence of coronary heart disease: The Puerto Rico Heart Study. Am J. Cardiol. 42: 653 - 658 (1978).

55. HAMMOND, E.C.: Smoking in relation to mortality and morbidity. Findings in first thirty-four months of follow-up in a prospective study started in 1959. J. Nat. Cancer Inst. 32: 1161 - 1188 (1964).

56. MORRIS, J.N., HAGAN, A., PATTESON, D.C., GARDNER, M.J.: Incidence and prediction of ischaemic heart disease in London busmen. Lancet 2: 553 - 559 (1966).

57. MORRIS, J.N., CHAVE, S.P.W., ADAM, C., SIREY, C., EPSTEIN, L., SHEEHAN, D.J.: Vigorous exercise in leisure-time and the incidence of coronary heart disease. Lancet I: 333 - 339 (1973).

58. EPSTEIN, L., MILLER, G.J., STITT, F.W., MORRIS, J.N.: Vigorous exercise in leisure-time, coronary risk factors, and resting electrocardiogram in middle-aged male Civil Servants. Brit. J. 38: 403 - 409 (1976).

59. MORRIS, J.N., EVERITT, M.G., POLLARD, R., CHAVE, S.P.W.: Vigorous exercise in leisure time: Protection against coronary heart disease. Lancet II, 1207 - 1210 (1980).

60. PAFFENBARGER, R.S., LAUGHLIN, M.E., GIMA, A.S., BLACK, R.A.: Work activity of longshoremen as related to death from coronary heart disease and stroke. New Engl. J. Med. 282: 1109 - 1114 (1970).

61. PAFFENBARGER, R.S.: Factors predisposing to fatal stroke in longshoremen. Prevent. Med. 1 (4): 522 - 527 (1972).

62. PAFFENBARGER, R.S., GIMA, A., LAUGHLIN, M.D., BLACK, R.A.: Characteristics of longshoremen related to fatal coronary heart disease and stroke. Amer. J. Pub. Health 61 (7) 1362 - 1370 (1971).

63. PAFFENBARGER, R.S., HALE, W.E.: Work activity and coronary heart mortality. N. Engl. J. Med. 292 (11): 545 - 550 (1975).

64. PAFFENBARGER, R.S., BRAND, R.J., SHOLTZ, R.I., JUNG, D.L.: Energy expenditure, cigarette smoking, and blood pressure level as related to death from specific diseases. Am. J. Epidemiol. 108: 12 - 18 (1978).

65. PAFFENBARGER, R.S.jr.
WING, A.L.,
HYDE, R.T.:
Physical activity as an index of heart attack risk in college alumni.
Am. J. Epidemiol. 108: 161 - 175 (1978).

66. PUNSAR, S.,
KARVONEN, M.J.:
Physical activity and coronary heart disease in populations from East and West Finland.
Adv. Cardiol. 18: 196 - 207 (1976).

67. MORRIS, J.N.,
CRAWFORD, M.D.:
Coronary heart disease and physical activity of work.
Brit. Med. J. 2: 1485 (1958).

68. SPAIN, D.M.,
BRADESS, V.A.:
Occupational physical activity and the degree of coronary atherosclerosis in "normal" men.
Circulation 22: 239 (1960).

69. ROSE, G.,
PRINEAS, R.J.,
MITCHELL, J.R.:
Myocardial infarction and the intrinsic calibre of coronary arteries.
Br. Heat J. 29: 548 (1967).

70. MITRANI, Y.,
KARPLUS, H.,
BRUNNER, D.:
Coronary atherosclerosis in cases of traumatic death. In: Brunner, D. (ed.): Physical Activity and Aging, in Medicine and Sport, Vol. IV.
University Park Press. Baltimore, p. 241, 1970.

71. RISSANEN, V.:
Occupational physical activity and coronary artery disease. A clinico-pathological appraisal.
Adr. Cardiol. 18: 113 - 121 (1976).

72. RISSANEN, V.: Aortic and coronary atherosclerosis in a Finnish autopsy series of violent deaths. Ann. Acad. Sci. Fenn., ser. AV Media, p. 155 (1972).

73. RISSANEN, V., PYÖRÄLÄ, K.: Application of point-counting technique to the quantitative assessment of coronary and aortic atherosclerosis. Acta path. microbiol. scand. Sect. A 80: 412 - 420 (1972).

74. CURRENS, J.H., WHITE, P.D.: Half of a century of running. Clinical physiologic and autopsy findings in the case of Clarence De Mar ("Mr. Marathon"). New Eng. J. Med. 265: 988 - 993 (1961).

75. GREEN, L.H., COHEN, S.I., KURLAND, G.: Fatal myocardial infarction in marathon racing. Ann. Intern. Med. 84: 704 - 706 (1971).

76. JOKL, E.: Exercise and cardiac death (letter). J. Amer. Med. Assoc. 218: 1707 (1971).

77. FRICK, M.H., KORHOLA, O., NIEMEN, M., VALLE, M.: Ischaemic electrocardiographic changes in an athlete with normal coronary arteries. Ann. Clin. Res. 7: 264 - 268 (1975).

78. CANTWELL, J.D.: Marathon racing and myocardial infarction (letter). Ann. Intern. Med. 85: 391 - 392 (1976).

79. OPIE, L.H.: Sudden death and sport. Lancet I: 678: 263 - 266 (1975).

80. OPIE, L.H.: Long distance running and sudden death (letter). New Engl. J. Med. 293 (18): 941 - 942 (1975).

81. OPIE, L.H.: Heart disease in marathon runners. New Engl. J. Med. 294 (19): 1067 (1976).

82. NOAKES, T.D., OPIE, L.H., BECK, W. et al.: Coronary heart disease in marathon runners. Ann. N.Y. Acad. Sci. 301: 593 - 619 (1977).

83. NOAKES, T.D., OPIE, L.H., ROSE, A.G. et al.: Autopsy-proved coronary atherosclerosis in marathon runners. New Engl. J. Med. 301: 86 - 89 (1979).

84. BASSLER, T.J.: Marathon running and immunity to atherosclerosis. Ann. N.Y. Acad. Sci. 301: 579 - 592 (1977).

85. BASSLER, T.J., CARDELLO, F.P.: Fiber-feeding and atherosclerosis. J.A.M.A. 235: 1841 - 1842 (1976).

86. BASSLER, T.J.: In defense of the hypothesis. Phys. Sports Med. 6: 39 - 43 (1978).

87. VUORI, I., SARASTE, M., VIHAVA, M., PEKKARINEN, A.: Feasibility of long distance ski hikes (20 - 90 km) as a mass sport. In: Proceedings of the 20th World Congress in Sports Medicine 530 - 544 (1976). Congress Secretariat, Carlton, Australia.

88. BASSLER, T.J.: More on immunity to atherosclerosis in marathon runnders. New Engl. J. Med. 299 - 301 (1978).

89. VUORI, J., MÄKÄRÄINEN, M., JÄÄSKELÄINEN, A.: Sudden death and physical activity. Cardiology 63: 283 - 304 (1978).

90. THOMPSON, P.D., STERN, M.P., WILLIAMS, P. et al.: Death during jogging or running. A study of 18 cases. J.A.M.A. 1265 - 1267 (1979).

91. KRAMSCH, D.M., ASPEN, A.J., ABRAMOWITZ, B.M., KREIMENDAHL, T., HOOD, W.B.: Reduction of coronary atherosclerosis by moderate conditioning exercise in monkeys on an atherogenic diet. New Engl. J. Med. 305: 1483 - 1489 (1981).

92. RETZLAFF, E., FONTAINE, J., FURUTA, W.: Effect of daily exercise of lifespan of albino rats. Geriatrics 21: 171 - 172 (1966).

93. MORGAN, J.E.: University Oars. (Cited in Karpovich, P.V.: Longevity and athletica. Res. Quart. 12: 451 - 455 (1873)).

94. DUBLIN, L.I.: College honormen long-lived. Statis. Bull. Metropolitan Life Insur. Co. 13: 5 - 7 (1932).

95. ROOK, A.: Investigation into longevity of Cambridge sportsmen. Brit. Med. J. I: 773 - 777 (1954).

96. MONTOYE, H., VanHUSS, W.D., OLSON, H., HUDEE, A., MAHONEY, E.: Study of the longevity and morbidity of college athletes. J. Amer. Med. Assoc. 162: 1132 - 1134 (1956).

97. POLEDNAK, A.P., DAMON, A.: College athletics, longevity and cause of death. Human Biol. 42: 28 - 46 (1970).

98. POLEDNAK, A.P.: Longevity and cardiovascular mortality among former college athletes. Circulation 46: 649 - 654 (1972).

99. POLEDNAK, A.P.: Longevity and cause of death among Harvard College athletes and their classmates. Geriatrics 27 (10): 53 - 64 (1972).

100. SCHNOHR, P.: Longevity and causes of death in male athletic champions. Lancet II: 1364 - 1366 (1971).

101. POLEDNAK, A.P.: Previous health and longevity of male athletes (letter). Lancet II, 711 (1972).

102. PROUT, C.: Life expectancy of college oarsmen. J. Amer. Med. Assoc. 1709 - 1710 (1972).

103. METROPOLITAN LIFE INSURANCE CO.: Longevity of major league baseball players. Statis. Bull. (September) (1975).

104. KARVONEN, M.J., KIHLBERG, J., MAATA, J., VIRKAJARVI, J.: Longevity of champion skiers. Duodecim 72: 893 - 903 (1956). (In Finnish, Abstract in Englisch).

105. KARVONEN, M.J.: Effects of vigorous exercise on the heart. In: Proc. of Conference on Work and the Heart. F.F. Rosenbaum & E.L. Belknep, Eds.: 199 - 210 (1959). Hoeber, New York, N.Y.

106. KARVONEN, M.J.: The relationship of habitual physical activity to diseases in the cardiovascular system. K. Evang. & K.L. Anderson, Eds.: 81 - 89 (1966) Williams and Wilkins, Baltimore, Md.

107. KARVONEN, M.J., KLEMOLA, H., VIRKAJARVI, J., KEKKONEN, A.: Longevity of endurance skiers. Med. Sci. Sports 6: 49 - 51 (1974).

108. KARVONEN, M.J.: Sports and longevity. 3rd Pavlo Nurmi Symposion: 18 - 20 (1975).

109. KARVONEN, M.J.: Sports and longevity. Adv. Cardiol. 18: 243 - 248 (1976).

110. BELLOC, N.B.: Relationship of health practices and mortality. Prev. Med. 2: 67 - 81 (1973).

111. ASTRAND, P.O., RODAHL, K.: Textbook of Work Physiology. McGraw-Hill, New York 1970.

112. HOLLMANN, W., HETTINGER, Th.: Sportmedizin-Arbeits- und Trainingsgrundlagen. Schattauer, Stuttgart - New York 1976.

113. WILLIAMS, R.S., LOGUE, E.E., LEWIS, J.L., BARTON, T. et al.: Physical conditioning augments the fibrinolytic response to venous occlusion in healthy adults. New Engl. J. Med. 302: 987 - 991 (1980).

114. GUEST, M.M., CELANDER, D.R.: Fibrinolytic activity in exercise. Physiologist 3: 69 (1960).

115. MacDONALD, G.A., FULLERTON, H.W.: Comparison of animal and vegetable fats in increasing blood coagulability. Lancet 2: 598 - 599 (1958).

116. IATRIDIS, S.G., FERGUSON, J.H.: Effects of physical exercise on blood clotting and fribrinolysis J. Appl. Physiol. 18: 337 - 344 (1963).

117. RUEGSEGGER, P.: Effect of fibrinolytic (plasmin) therapy on the physiopathology of myocardial infarction. Am. J. Cardiol. 6: 519 (1960).

118. KANNEL, W.B.: Some lessons in cardiovascular epidemiology from Framingham. Amer. J. Cardiol. 37: 269 (1976).

119. KANNEL, W.B., CASTELLI, W.P., GORDON, T., McNAMARA, P.M.: Serum cholesterol, lipoproteins, and the risk of coronary heart disease. Ann. intern. Med. 74: 1 (1971).

120. STAMLER, J.: Epidemiology of coronary heart disease. Med. Clin. N. Amer. 57: 5 (1973).

121. NIKKILA, E.A.: Studies on the lipid-protein relationship in normal and pathologic sera and the effect of heparin on serum lipoproteins. Scand. J. Clin. Lab. Invest. 5: Suppl. 8 (1953).

122. NIKKILA, E.A.: Serum high density-lipoprotein and coronary heart disease. Lancet II: 320 (1976).

123. CARLSON, L.A., ERICSSON, M.: Quantitative and qualitative serum lipoprotein analysis. Part 2. Atherosclerosis 21: 435 - 450 (1975).

124. CASTELLI, W.P., DOYLE, J.T., GORDON, T. et al.: HDL cholesterol and other lipids in coronary heart disease: The Cooperative Lipoprotein Phenotyping Study. Circulation 55: 767 - 772 (1977).

125. GORDON, T., CASTELLI, W.P., HJORTLAND, M.C., KANNELL, W.B., DAWBER, T.R.: High density lipoprotein as a protective factor against coronary heart disease: The Framingham Study. Am. J. Med. 62: 707 - 714 (1977).

126. GLUECK, C.J., FALLAT, R.W., MILLETT, F., GARTISIDE, P., ELSTON, R.C.: Familial hyper-alpha-lipoproteinemia. Studies in eighteen kindreds. Metabolism 24: 1234 (1975).

127. MILLER, G.J., MILLER, N.E.: Plasma-high-density-lipoprotein concentration and development of ischaemic heart disease. Lancet I: 16 -19 (1975).

128. MILLER , E., MILLER, G.J.: High density lipoprotein and atherosclerosis. Lancet I: 1033 (1975).

129. GLOMSET, J.A.: The plasma lecithin: Cholesterol acyltransferase reaction. J. Lipid Res. 9: (1968).

130. ENGER, S.C., ERIKSSEN, J.: High density lipoproteins, insulin secretion and coronary risk factors i latent coronary insufficiency. Scand. J. clin. Lab. Invest. 39: 627 (1979).

131. LEHTONEN, A., VIIKARI, J.: Serum triglycerides and cholesterol and serum high-density lipoprotein cholesterol in highly physically active men. Acta med. Sand. 204: 111 (1978).

132. MILLER, N.E., RAO, S., LEWIS, B., BJÖRSVIK, G. et al.: High density lipoprotein and physical activity. Lancet I: 111 (1979).

133. WOOD, P.D., HASKELL, W., KLEIN, H., LEWIS, S.: The distribution of plasma lipoprotein in middle-aged male runners. Metabolism 25: 1249 (1976).

134. WOOD, P.D., HASKELL, W,: The effect of exercise on plasma high density lipoproteins. Lipids 14: 417 (1979).

135. CARLSON, L.A., MOSSFELDT, F.: Acute effects of prolonged, heavy exercise on the concentration of plasma lipids and lipoprotein in man. Acta physiol. Scand. 62: 51 - 59 (1964).

136. HUTTUNEN, J.K., LÄNSIMIES, E., VOUTILAINE, E. et al.: Effect of moderate physical exercise on serum lipoproteins: A controlled clinical trial with special reference to serum high-density lipoproteins. Circulation 60: 1120 - 1229 (1979).

137. HARTUNG, G.H., FOREYT, J.P., MITCHELL, R.E. et al.: Relation of diet to high-density-lipoprotein cholesterol in middle-aged marathon runners, joggers and inactive men. New Engl. J. Med. 302: 357 - 361 (1980).

138. KIENS, B., JÖRGENSEN, J. et al.: Increased plasma HDL-cholesterol and apo A-1 in sedentary middle-aged men after physical conditioning. Europ. J. Clin. Invest. 10: 203 - 209 (1980).

139. LEHTONEN, A., VIIKARI, J., EHNHOLM, L.: The effect of exercise on HDL-lipoprotein apoproteins. Acta Physic. Scand. 106: 487 - 488 (1979).

140. ENGER, S.C., STROMME, S.B., REFSUM, H.E.: HDL-Cholesterol, total cholesterol and triglycerides in serum after a single exposure to prolonged heavy exercise. Scand. J. clin. Lab. Invest. 40: 341 - 345 (1980).

141. ADNER, M., CASTELLI, W.P.: Elevated HDL-levels in marathon runners. J.A.M.A. 243: 534 - 536 (1980).

142. FOX, S.M., NAUGHTON, J.P., HASKELL, W.L.: Physical activity and prevention of coronary heart disease. Ann. Clin. Res. 3: 404 - 432 (1971).

143. FOX, S.M., NAUGHTON, J.P.: Physical activity and the prevention of coronary heart disease. Prev. Med. 1: 92 - 120 (1971).

144. HOLLMANN, W., ROST, R., LIESEN, H., HECK, H., DUFAUX, B.: Körperliches Training in Prävention und Rehabilitation degenerativer Herz-Kreislaufkrankheiten. Diagnostic 13: 93 - 96 (1980).

145. Van AAKEN, E.: Was müßten Ärzte vom Jogging wissen? Selbstverlag 1979.

146. Van AAKEN, E.: Programmiert für 100 Lebensjahre. 3. Aufl. Pohl-Verlag, Celle 1975.

147. Van AAKEN, E.: Die Dauerfunktion der biologischen Oxydation als Krebsprophylaxe. Selbstverlag 1969.

148. SIMONTON, C.: Jogging and Cancer. Medicine and Sport. Vol. 12, .24 - 125 (1978), Karger, Basel.

149. SCHMID, L.: Malignant tumours as causes of death of former athletes. In:Howald, H. and Poortmans, J.R.(ed Metabolic Adaptation to prolonged Physical Exercise, Birkhäuser Verlag, Basel (1973).

150. TODARO, G.J., HUEBNER, R.J.: The viral oncogene Hypothesis: New Evidence. Proc. Nat. Acad. Sci. USA 69, 1009 - 1015 (1972).

DANKSAGUNG

Herrn Prof. Dr. M. Berger gilt mein besonderer Dank für die Überlassung des Themas und für die stets hilfsbereite Unterstützung und Betreuung bei der Erstellung der vorliegenden Arbeit.

Herrn Dr. van Aaken möchte ich ganz herzlich für seine entgegenkommende Beratung und seine Informationen danken.

Weiterhin danke ich Frau Horn für ihre Hilfe bei der Anfertigung der Fotografien.

LEBENSLAUF

Am 3.9.1958 wurde ich als Tochter des Diplom-Kaufmanns Dr. rer. pol. Hanskarl Schmidt und seiner Ehefrau Carla, geb. Lehr, in Düsseldorf geboren.

1965 - 1968	Volksschule in Düsseldorf
1968 - 1972	Städt. Mädchengymnasium Gerresheim in Düsseldorf
1972 - 1977	Schule Marienberg, Mädchengymnasium in Neuss
Juni 1977	Reifeprüfung an der Schule Marienberg, Mädchengymnasium in Neuss
Oktober 1977	Beginn des Studiums der Zahnmedizin an der Universität Düsseldorf
August 1978	Naturwissenschaftliche Vorprüfung an der Universität Düsseldorf
Februar 1980	Zahnärztliche Vorprüfung an der Universität Düsseldorf.

Zur Zeit bereite ich mich auf die zahnärztliche Prüfung vor, die ich voraussichtlich im Herbst 1982 ablegen werde.